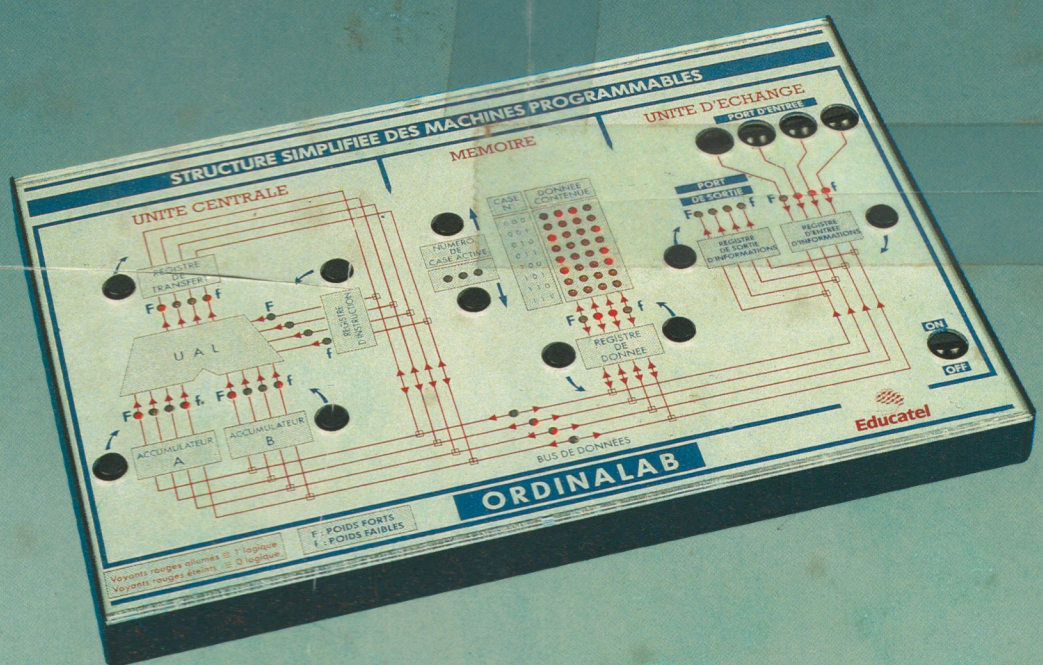
ORDINALAB

DE L'ALGEBRE DE BOOLE A L'ORDINATEUR



Educatel

GUIDE D'ETUDE

ORDINALAB : Errata

Page 22: Exemple N°1, il faut lire :

$$1011_2 = (1\times2^3) + (0\times2^2) + (1\times2^1) + (1\times2^0)$$

$$= 1\times8 + 0 + 1\times2 + 1\times1$$

$$1011_2 = 8 + 2 + 1 = 11_{10}$$

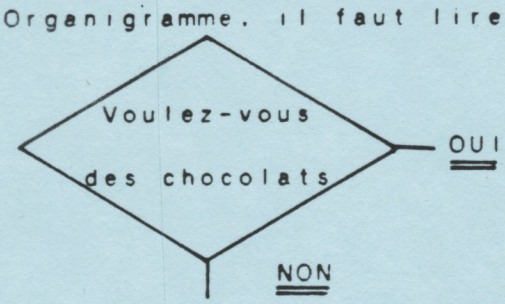
Page 23: Exemple N°2, il faut lire :

$$101011_2 = (1\times2^5) + (0\times2^4) + (1\times2^3) + (0\times2^2) + (1\times2^1) + (1\times2^0)$$

Page 23: Table de Multiplication, il faut lire :

x	0	1
0	0	0
1	0	1

Page 72: 2è Organigramme, il faut lire :



Page 87: 2è ligne, il faut lire :
"Appuyer sur le bouton noir situé..."

7è ligne, il faut lire :
"Appuyer sur le bouton noir situe..."

Page 89: Description, ligne 9, il faut lire :

"Si A > B go to (aller a) 010 sinon..."

Table des matières

Introduction p 3

Leçon 1 Présentation du support pédagogique p 5

I. Définition de l'informatique p 7
II. Nature des informations p 8
III. Structure d'un ordinateur p 9
IV. Configuration de l'Ordinalab et analogie avec un ordinateur p10
V. Mise en service de l'Ordinalab p11

Leçon 2 Algèbre de Boole p19

I. Système de numération p21
II. Algèbre de Boole p25
III. Applications (travaux pratiques) p27

Leçon 3 Travaux pratiques Modes de séquencement p33

I. Règles de l'algèbre de Boole sur l'Ordinalab p35
II. Applications p45

Leçon 4 **Travaux pratiques**
Mode programme p67

I. Organigramme et algorithme p69
II. La programmation p73
III. Mode «programme» sur l'ordinalab p73
IV. Exemple de programmes réalisables sur l'Ordinalab p79

Annexe 1 **Fonctions réalisables avec l'Ordinalab** p99

Annexe 2 **Glossaire** p101

Introduction

Le guide d'étude qui accompagne «L'ORDINALAB» n'est pas un produit universel, couvrant tout l'informatique. Il a pour objectifs de :

1) Définir les types d'informations qui existent.

2) Concrétiser la terminologie utilisée en informatique.

3) Faire comprendre la structure d'une machine appelée ordinateur par analogie avec une machine programmable appelée ORDINALAB.

4) Présenter quelques outils théoriques (Algèbre de Boole, Algorithme, etc...) nécessaires à la logique des processus fonctionnels existants.

5) Faire participer activement l'élève en l'entrainant dans des travaux pratiques simples, mais significatifs.Faire tout au long du cours ces travaux pratiques rend moins fastidieux l'apprentissage d'une technique qui peut même devenir un «jeu».

Ce cours comprend des leçons à l'intérieur desquelles sont abordées :

1) Le thème de la leçon.

2) Les explications nécessaires pour faire les travaux pratiques proposés.

3) Le ***listing complet*** de tout ce qui apparait sur un écran minitel, lorsque l'Ordinalab est relié à un Minitel en ***circuit fermé*** indépendamment du réseau téléphonique. Chaque ligne du listing est numérotée et les numéros sont reportés dans les explications.

Il est conseillé de travailler méthodiquement et régulièrement, c'est-à-dire de ***terminer tout ce qui doit être fait dans une page de cours avant de passer à la suivante.***

Ce cours a été rédigé en essayant de se mettre dans la situation d'un élève qui découvre pour la première fois les machines programmables. Il ne demande donc pas de connaissances particulières prérequises, à condition d'accepter la contrainte citée et soulignée ci-dessus.

Le but recherché en rédigeant ce cours sera atteint si après avoir terminé la dernière ligne du cours, nous sommes arrivés à démystifier les machines programmables !

PRESENTATION DU SUPPORT PEDAGOGIQUE

I - Définition de l'informatique p 7
II - Nature des informations p 8
III - Structure d'un ordinateur p 9
IV - Configuration de l'Ordinalab et analogie avec un ordinateur p 10
V - Mise en service de l'Ordinalab p 11

Leçon 1
Présentation du support pédagogique

I - DEFINITION DE L'INFORMATIQUE

L'informatique est la science du traitement automatique de l'information.

I.a - Notion de traitement automatique

Les traitements qui sont effectués sont de nature mécanique, répétitive et se déroulent sans intervention de l'homme ou avec une intervention humaine peu importante. Il est certain que l'homme indique au préalable à la machine comment exécuter un traitement ou un calcul. Au moment de la réalisation, de l'exécution, la machine n'aura plus besoin de l'homme. Cette machine est appelée ordinateur ou calculateur.

I.b - Notion d'information

Tout ce qui peut se transmettre d'un individu à un autre : les idées, les conseils, les objets... peut être considéré comme information. On conçoit donc que le type de ces informations soit très varié : des nombres, des affirmations.

I.c - L'informatique est un outil

L'objet de l'informatique étant le traitement d'un grand nombre de données, l'informatique peut apporter une aide à la résolution de problèmes mathématiques (calculs arithmétiques, calculs logiques...).

I.d - L'informatique est une méthode

Sans parler de l'informatique théorique, nous constaterons tout au long de ce cours que l'informatique exige une rigueur dans le raisonnement.

I.e - Dualité de l'informatique : MATERIEL-LOGICIEL

Matériel : ce sont les circuits électroniques qui effectuent les calculs et les traitements élémentaires. L'ordinateur sous tension est, en fait, un support physique figé. Si des logiciels n'ont pas été introduits dans la machine, celle-ci reste inerte.

Logiciel : ce sont les programmes élaborés par l'homme. Ces programmes sont en fait des enchainements d'opérations élémentaires réalisés par les circuits électroniques. Un programme est donc une liste précise des traitements à effectuer sur des données. Cela équivaut dans une entreprise ou dans une administration, au plan de travail qui a été élaboré pour effectuer une tâche précise.

Exemple : Un voyage organisé.
Le matériel est constitué par : l'avion, le bus, les voitures... le logiciel est en fait le programme du voyage, heure de départ...

II - NATURE DES INFORMATIONS

II.a - Support habituel des informations

L'homme emploie, entre autres, deux types de support de l'information : les mots et les sons. Les sons supportent le langage parlé. Les mots écrits sont les supports du langage écrit.

II.b - Nature des informations en informatique

Les informations ou données traitées en informatique sont de nature très diverses que l'on peut regrouper en rubriques :

- les valeurs numériques : il s'agit de nombres entiers ou comportant des chiffres à droite de la virgule.

- les valeurs logiques : il s'agit ici, de logique binaire, c'est-à-dire d'une logique à deux états, vrai ou faux.

- les suites de symboles : il s'agit d'une suite de caractères tel qu'un mot constituant une suite d'informations. Ces informations sont prises en compte par les travaux de traitement de textes (bureautique).

II.c - Support des informations en informatique

Le matériel informatique est constitué essentiellement de circuits électroniques. En électronique, il est très facile de réaliser deux états stables. Il est donc possible de représenter une information binaire, c'est-à-dire une information pouvant prendre deux valeurs.

Un simple interrupteur sur un circuit électrique alimentant une ampoule d'éclairage peut être considéré comme une mémoire binaire : l'interrupteur est fermé, le courant passe ; l'interrupteur est ouvert, le courant ne passe pas. Cette information est bien sûr très élémentaire puisqu'elle ne comporte que deux possibilités : ouvert ou fermé, vrai ou faux, 0 ou 1... peu importe la manière de «nommer» ces deux états, pourvu qu'il y en ait deux. Une analogie très grossière permet d'assimiler tous les circuits électroniques à des interrupteurs. Les circuits élémentaires peuvent donc représenter deux états : l'état 1 où le courant passe, l'état 0 où le courant ne passe pas.

On conçoit donc qu'un ordinateur puisse représenter sans problème des informations binaires. Dès lors,

il va être nécessaire de décomposer toutes les informations susceptibles d'être traitées en informations binaires.

II.d - Décomposition des informations sous forme binaire

- Pour les informations logiques, le problème ne se pose pas, puisque ces informations ne peuvent prendre que deux valeurs «VRAI» et «FAUX» et que les supports informatiques sont des supports à deux états. Il suffit d'assigner à un état la valeur «VRAI» et à l'autre la valeur «FAUX».

- Pour les valeurs numériques, le problème de la conversion des nombres décimaux en nombres binaires, c'est-à-dire n'utilisant que deux chiffres (0, 1) va se poser. Ce problème sera résolu dans la leçon suivante.

III - STRUCTURE D'UN ORDINATEUR

Un ordinateur est constitué par un assemblage d'unités distinctes ayant chacune une fonction bien précise. L'homme doit pouvoir communiquer avec l'ordinateur pour lui transmettre ses connaissances (données) et la manière de s'en servir pour obtenir le résultat souhaité.

Ce dialogue est possible grâce aux ***organes d'entrée***. Dans le micro-ordinateur, le clavier sert d'organe d'entrée. Les calculs et les raisonnements sont exécutés par ***l'unité centrale.***

Données, résultats et mode d'exécution sont stockés dans la ***mémoire centrale.*** Des mémoires supplémentaires peuvent être ajoutées ; elles sont appelées ***mémoires auxiliaires.***

L'écran ou l'imprimante permettent la sortie des résultats d'une manière lisible, ce sont ***les organes de sortie*** (figure 1).

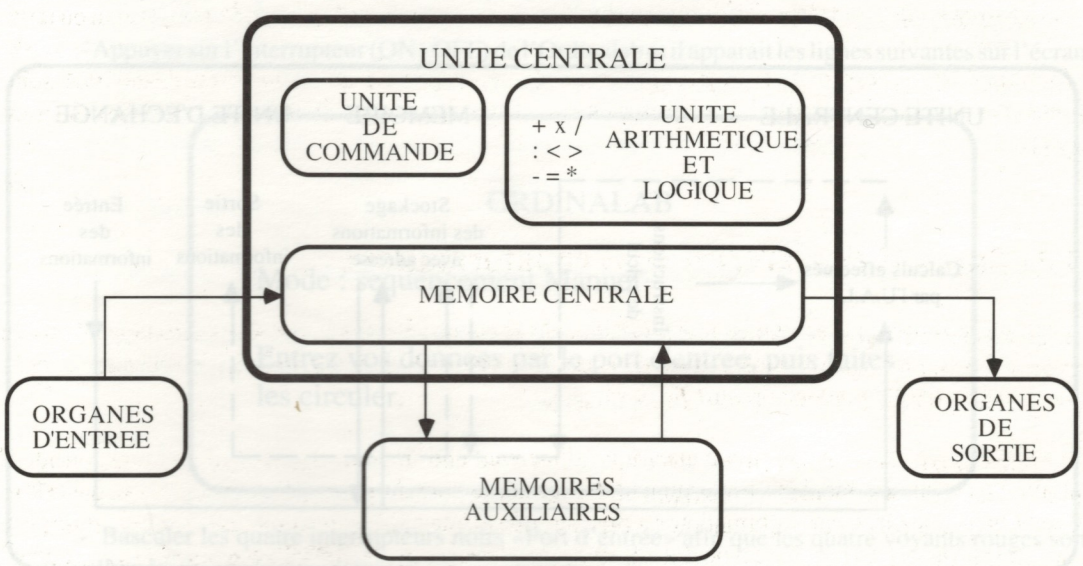


Fig 1 : structure d'un ordinateur

IV - CONFIGURATION DE L'ORDINALAB ET ANALOGIE AVEC UN ORDINATEUR

La description du support pédagogique ou Ordinalab permet de distinguer trois parties :

1) L'unité d'échange
2) La mémoire
3) L'unité centrale

IV.a - Unité d'échange

Permet de communiquer avec l'Ordinalab pour lui transmettre des données et d'obtenir ensuite le résultat souhaité.

IV.b - Mémoire

Les données et résultats peuvent être stockés dans la mémoire en affectant une adresse ou numéro de case pour ranger cette information.

IV.c - Unité centrale

Les calculs sont effectués par l'unité arithmétique et logique (UAL) sous la «responsabilité» de l'unité de commande, c'est-à-dire le registre d'instruction.

On peut donc constater l'analogie entre l'Ordinalab et un ordinateur (figure 2).

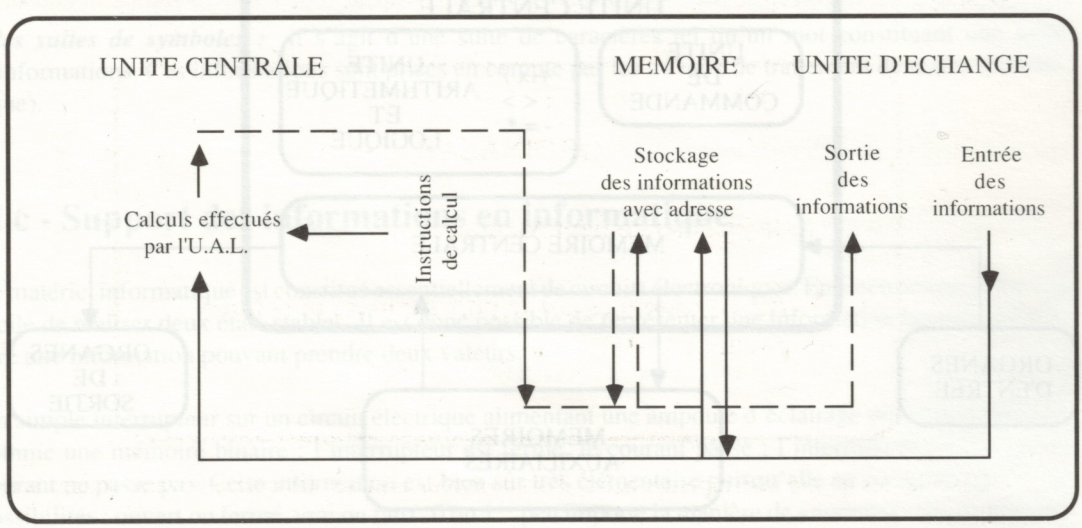


fig 2 : Structure simplifiée des machines programmables

V - MISE EN SERVICE DE L'ORDINALAB

L'Ordinalab peut fonctionner avec ou sans minitel. L'écran du Minitel permet d'afficher et de suivre les informations traitées par l'Ordinalab. (sur les pages de gauche, il est reproduit ce qui apparait sur l'écran du Minitel).

V.a - Mise sous tension

Mise en place des piles.

L'Ordinalab utilise 4 piles «Baton» de type R6 1,5 volts.

Leur mise en place se fait très facilement de la façon suivante :

- Faire glisser la trappe située sous le boitier de l'Ordinalab.

- Sortir le coupleur de piles sans trop forcer sur le fil de liaison.

- Placer les piles dans le coupleur en prenant garde au sens (voir marquage sur le coupleur).

- Replacer le coupleur, muni de ses 4 piles, à l'intérieur de l'Ordinalab.

- Refermer la trappe.

Votre Ordinalab est à présent apte à fonctionner.

Nota : *Pour une plus grande autonomie, il est recommandé d' employer des piles alcalines. D' autre part, il est à noter que le remplacement des piles (le jeu complet) doit être effectué dès que l' affichage sur «Minitel» devient incohérent, cependant vous pouvez encore l' utiliser quelques heures sans le Minitel.*

- Connecter l'Ordinalab sur le Minitel (prise à fiches rondes derrière le Minitel).

- Brancher le Minitel sur le secteur et appuyer sur l'interrupteur situé en bas et à droite de l'écran.

- Appuyer sur l'interrupteur (ON - OFF) de l'Ordinalab et il apparait les lignes suivantes sur l'écran:

ORDINALAB

Mode : sequencement Manuel

Entrez vos donnees par le port d'entree, puis faites les circuler.

- Basculer les quatre interrupteurs noirs «Port d'entrée» afin que les quatre voyants rouges soit allumés.

- Appuyer sur l'interrupteur noir à droite du registre d'entrée d'informations (ligne n° 1 du listing) 15:F indique que la valeur de l'information entrée vaut 15 dans le système décimal et F dans un autre système (voir leçon n° 2).

V.a

Mise en service

V.a

ORDINALAB

Mode:Sequencement Manuel.

Entrez vos donnees par le port d'entree,
puis faites les circuler.

1	Port d'entree - -> Bus de donnees	15:F
2	Bus de donnees - -> Accumulateur A Vous realisez une fonction egalite sur A	15:F
3	Bus de donnees - -> Case Memo. 000	15:F
4	Port d'entree - -> Bus de donnees	3:3
5	Adresse 001 selectionnee	0:0
6	Bus de donnees - -> Accumulateur B Vous realisez une fonction egalite sur A	3:3
7	Bus de donnees - -> Case Memo. 001	3:3
8	Reg. de transf.- -> Bus de donnees	15:F
9	Bus de donnees - -> Port de sortie	15:F
10	Case Memo. 001 - -> Bus de donnees	3:3
11	Bus de donnees - -> Port de sortie	3:3
12	Port d'entree - -> Bus de donnees	0:0
13	Bus de donnees - -> Accumulateur A Vous realisez une fonction egalite sur A	0:0
14	Bus de donnees - -> Accumulateur B Vous realisez une fonction egalite sur A	0:0
15	Bus de donnees - -> Case Memo. 001	0:0
16	Adresse 000 Selectionnee	15:F
17	Bus de donnees - -> Case Memo. 000	0:0
18	Bus de donnees - -> Port de sortie	0:0

Listing

Listing

- Appuyer sur le bouton noir situé à gauche de Accumulateur A (ligne n° 2 du listing).

Actuellement, vous venez de transporter une information initiale (de valeur 15) du registre d'entrée jusqu'à l'accumulateur A. L'UAL aura pour fonction dans cet exemple de transmettre dans le registre de transfert une valeur égale à A.

- Entrer la valeur initiale (15) en mémoire à l'adresse ou case n° 000, appuyer sur le bouton noir situé à droite du registre de données (ligne n° 3 du listing). La figure 3 vous indique quels voyants sont allumés.

- Basculer les deux interrupteurs de gauche du port d'entrée (2 voyants rouges sont allumés).

- Appuyer sur le bouton noir à droite du registre d'entrée (ligne n° 4 du listing).
- Sélectionner l'adresse 001 en appuyant sur le bouton noir situé au-dessous de "numéro de case active" (ligne n° 5 du listing).
- Appuyer sur le bouton noir situé à droite de l'accumulateur B

Vous venez de transporter la valeur initiale (3) du registre d'entrée d'informations au registre B. Nous allons maintenant mémoriser cette information à l'adresse ou case n° 001.

- Appuyer sur le bouton noir situé à droite du registre de donnée (ligne n° 7 du listing). La figure 4 vous indique quels voyants sont allumés à ce stade.

- Appuyer sur le bouton noir situé à gauche du registre de transfert. Nous retrouvons la même valeur qu'en A puisque la fonction traitée dans l'UAL est de prendre la même valeur que A et non de B (ligne n° 8 du listing).

- Appuyer sur le bouton noir situé à gauche du registre de sortie d'informations (ligne n° 9 du listing).

Vous venez de transporter depuis le registre de transfert la valeur 15 jusqu'au registre de sortie vers le port de sortie. Il est possible de vérifier que l'information qui revient après traitement est identique à la valeur initiale : 15 comme il était prévu. La figure 5 vous indique quels voyants sont allumés à ce stade.

- Appuyer sur le bouton noir à gauche du registre de données afin de faire apparaître l'information contenue dans la mémoire à l'adresse 001 (ligne n° 10 du listing).

- Appuyer sur le bouton noir situé à gauche du registre de sortie et la valeur (3) apparait alors au port de sortie (ligne n° 11 du listing).La figure 6 vous indique quels voyants sont allumés à ce stade.

La dernière étape de cet exercice consiste à mettre 0 partout :

- Basculer les deux boutons noirs de droite du port d'entrée (il n'y a donc plus de voyant allumé).

- Entrer la valeur 0 dans le registre de données en appuyant sur le bouton noir à droite du registre d'entrée (ligne n° 12 du listing).

- Appuyer sur les boutons noirs :

  * à gauche de l'accumulateur A (ligne n° 13 du listing),

  * à droite de l'accumulateur B (ligne n° 14 du listing).

- Afin de vider le contenu de la mémoire :

  * appuyer sur le bouton noir à droite du registre de données (ligne n° 15 du listing),

* sélectionner l'adresse 000 en appuyant sur le bouton noir situé au-dessus de "numéro de case active" (ligne n° 16 du listing).

- Appuyer sur le bouton noir à droite du registre de donnée (ligne n° 17 du listing).

- Appuyer sur le bouton noir situé à gauche du registre de sortie, afin de mettre 0 dans le port de sortie (ligne n° 18 du listing).

Tous les voyants doivent être éteints.

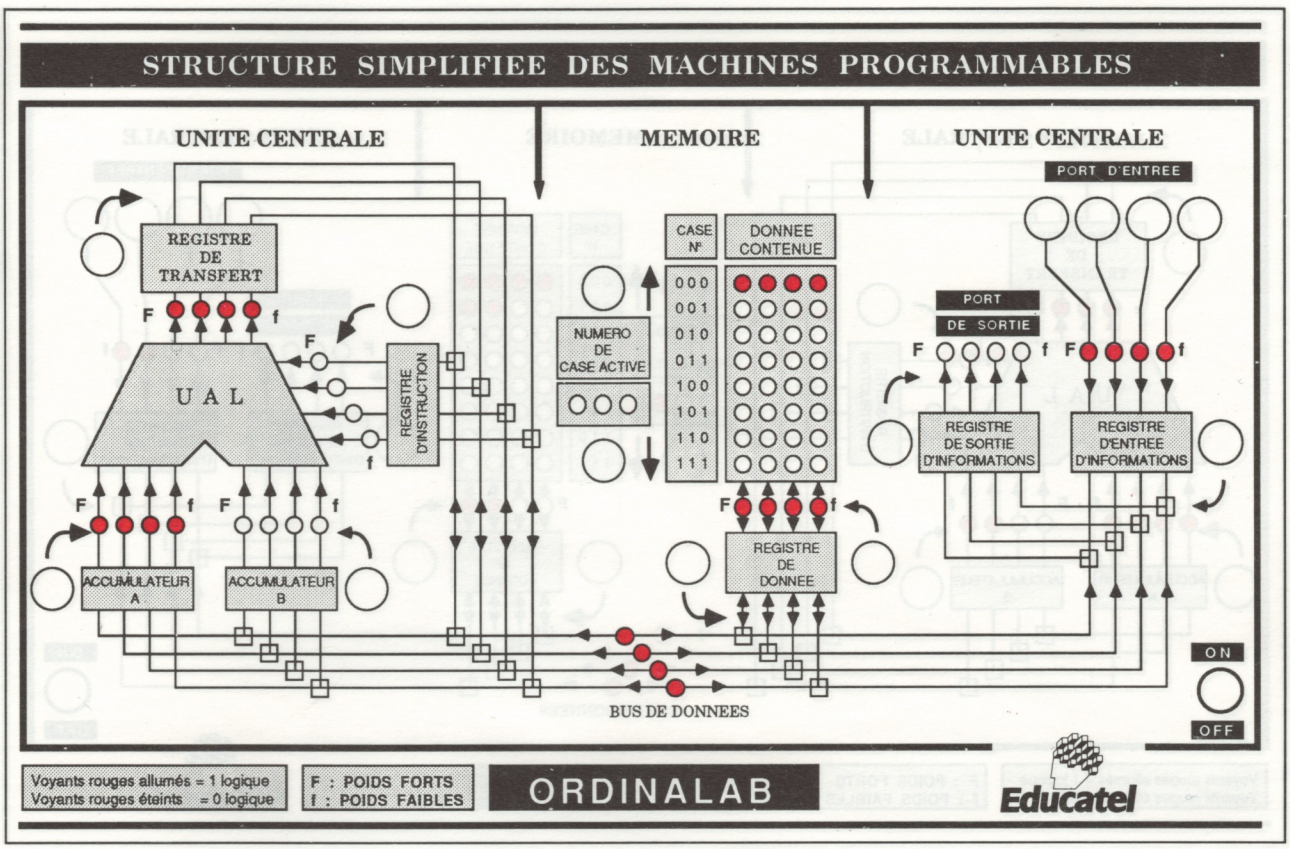

STRUCTURE SIMPLIFIEE DES MACHINES PROGRAMMABLES
UNITE CENTRALE
MEMOIRE
UNITE CENTRALE
REGISTRE DE TRANSFERT
U A L
REGISTRE D'INSTRUCTION
ACCUMULATEUR A
ACCUMULATEUR B
NUMERO DE CASE ACTIVE
CASE N°
DONNEE CONTENUE
000
001
010
011
100
101
110
111
REGISTRE DE DONNEE
BUS DE DONNEES
PORT D'ENTREE
PORT DE SORTIE
REGISTRE DE SORTIE D'INFORMATIONS
REGISTRE D'ENTREE D'INFORMATIONS
ON
OFF
Voyants rouges allumés = 1 logique
Voyants rouges éteints = 0 logique
F : POIDS FORTS
f : POIDS FAIBLES
ORDINALAB
Educatel

FIGURE 3

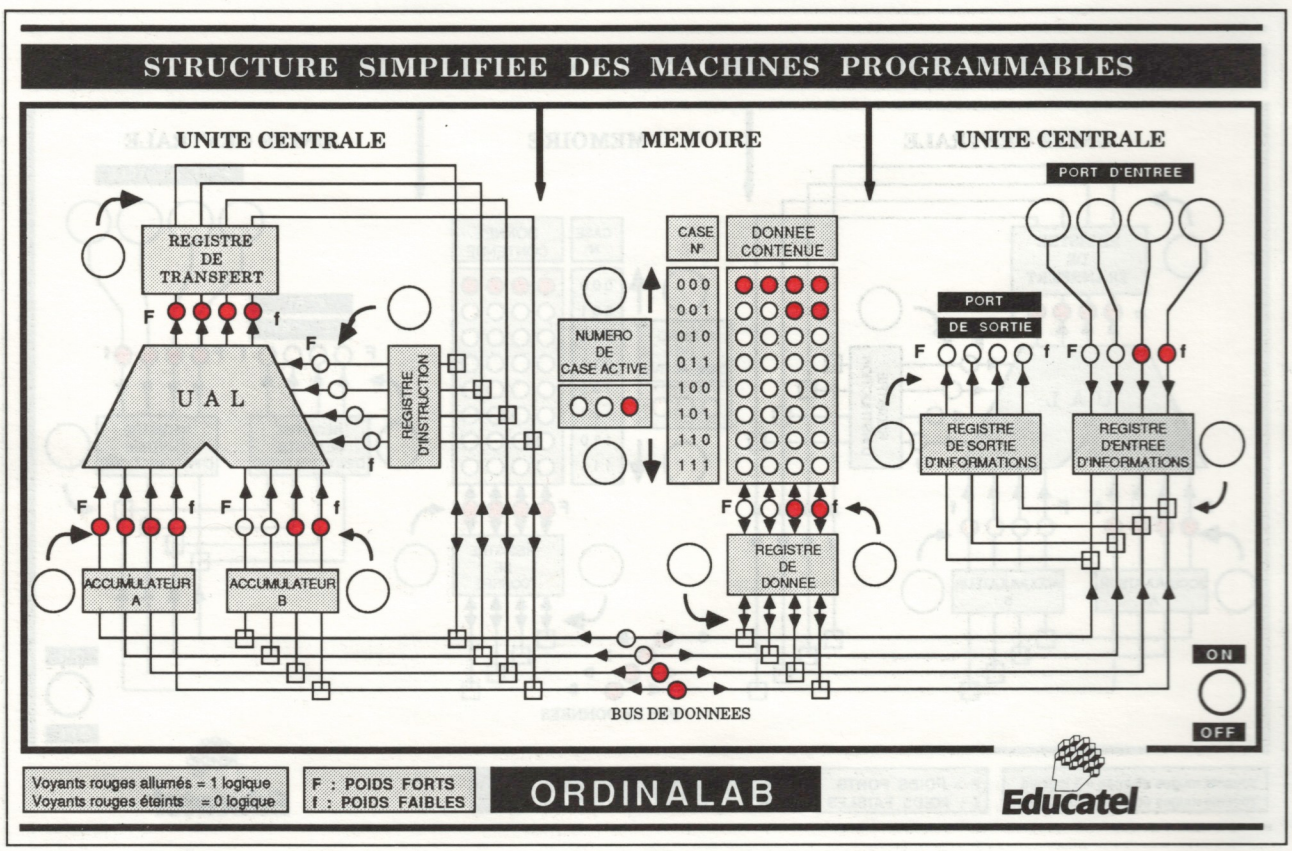

STRUCTURE SIMPLIFIEE DES MACHINES PROGRAMMABLES
UNITE CENTRALE
MEMOIRE
UNITE CENTRALE
REGISTRE DE TRANSFERT
U A L
REGISTRE D'INSTRUCTION
ACCUMULATEUR A
ACCUMULATEUR B
NUMERO DE CASE ACTIVE
CASE N°
DONNEE CONTENUE
000
001
010
011
100
101
110
111
REGISTRE DE DONNEE
PORT D'ENTREE
PORT DE SORTIE
REGISTRE DE SORTIE D'INFORMATIONS
REGISTRE D'ENTREE D'INFORMATIONS
BUS DE DONNEES
ON
OFF
Voyants rouges allumés = 1 logique
Voyants rouges éteints = 0 logique
F : POIDS FORTS
f : POIDS FAIBLES
ORDINALAB
Educatel

FIGURE 4

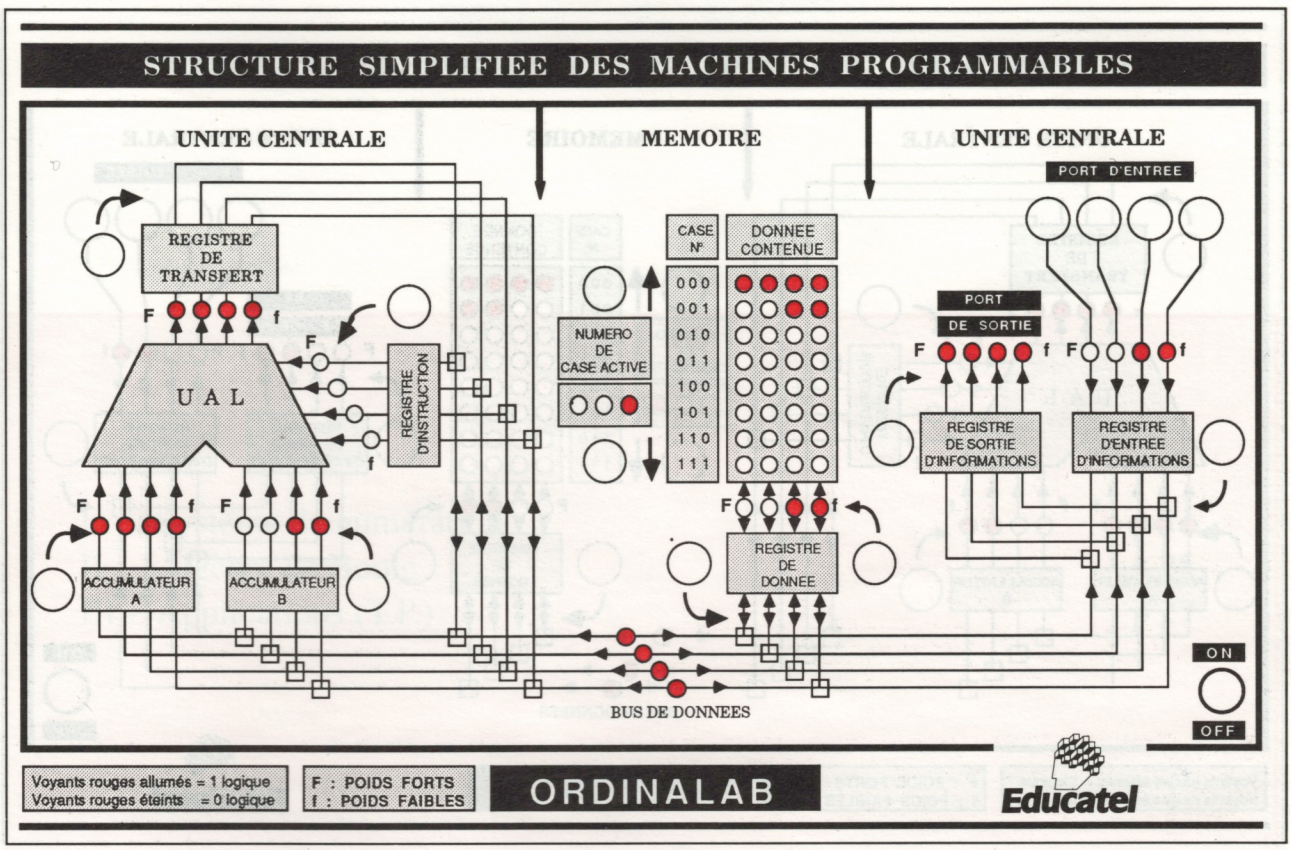

STRUCTURE SIMPLIFIEE DES MACHINES PROGRAMMABLES
UNITE CENTRALE
MEMOIRE
UNITE CENTRALE
REGISTRE DE TRANSFERT
U A L
REGISTRE D'INSTRUCTION
ACCUMULATEUR A
ACCUMULATEUR B
NUMERO DE CASE ACTIVE
CASE N°
DONNEE CONTENUE
000
001
010
011
100
101
110
111
REGISTRE DE DONNEE
PORT D'ENTREE
PORT DE SORTIE
REGISTRE DE SORTIE D'INFORMATIONS
REGISTRE D'ENTREE D'INFORMATIONS
BUS DE DONNEES
ON
OFF
Voyants rouges allumés = 1 logique
Voyants rouges éteints = 0 logique
F : POIDS FORTS
f : POIDS FAIBLES
ORDINALAB
Educatel

FIGURE 5

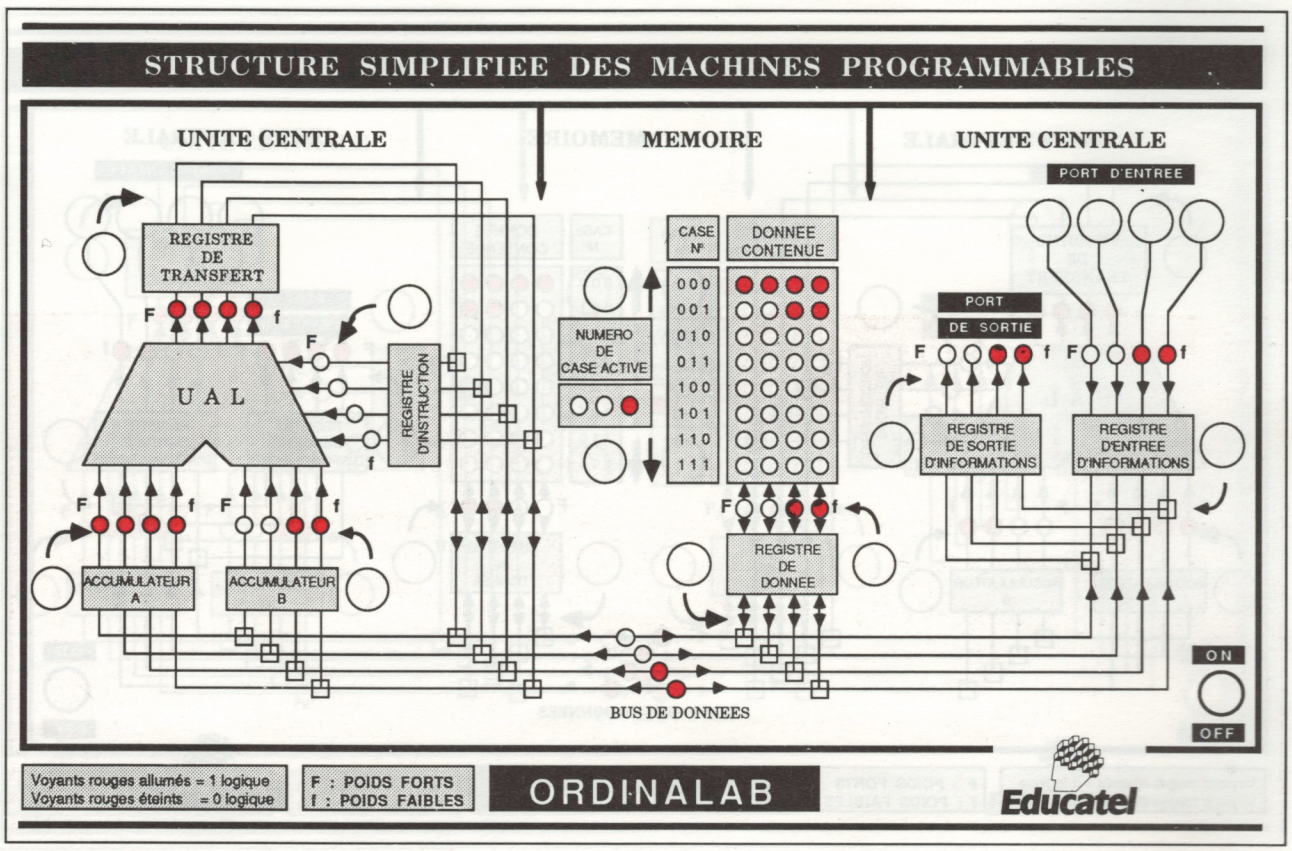

STRUCTURE SIMPLIFIEE DES MACHINES PROGRAMMABLES
UNITE CENTRALE
MEMOIRE
UNITE CENTRALE
REGISTRE DE TRANSFERT
U A L
REGISTRE D'INSTRUCTION
ACCUMULATEUR A
ACCUMULATEUR B
NUMERO DE CASE ACTIVE
CASE N°
DONNEE CONTENUE
000
001
010
011
100
101
110
111
REGISTRE DE DONNEE
PORT D'ENTREE
PORT DE SORTIE
REGISTRE DE SORTIE D'INFORMATIONS
REGISTRE D'ENTREE D'INFORMATIONS
BUS DE DONNEES
ON
OFF
Voyants rouges allumés = 1 logique
Voyants rouges éteints = 0 logique
F : POIDS FORTS
f : POIDS FAIBLES
ORDINALAB
Educatel

FIGURE 6

ALGEBRE DE BOOLE

I - Système de numération p 21
II - Algèbre de Boole p 25
III - Applications (T.P.) p 27

Leçon 2
Algèbre de Boole

I - SYSTEMES DE NUMERATION

Nous avons l'habitude d'effectuer tous les calculs qui nous incombent dans le système décimal.

Les calculateurs sont construits d'une manière telle qu'ils effectuent leurs calculs dans un système de numération binaire. Il est donc nécessaire de pouvoir convertir les nombres d'un système dans un autre système.

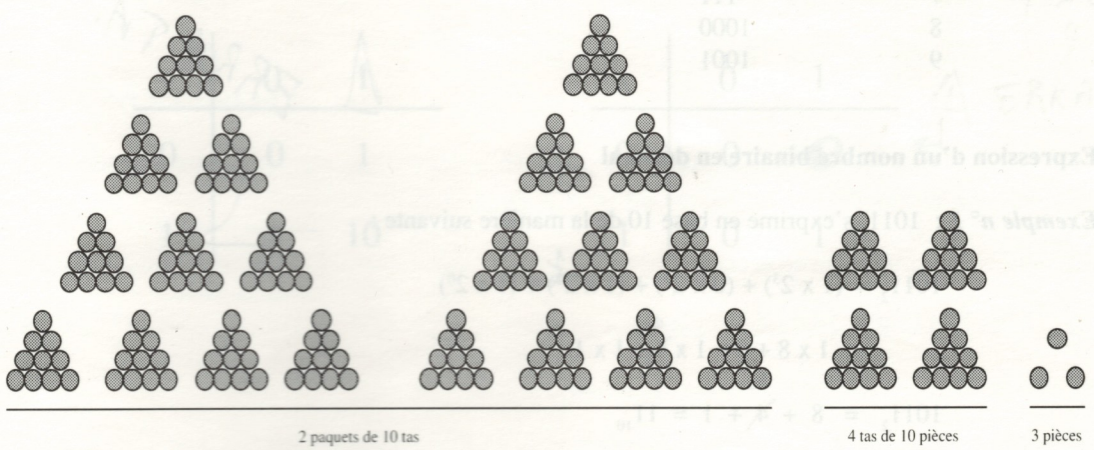
I.a - Définition d'un système de numération

Un système de numération est un système ordonné de p caractères destinés à dénombrer des collections d'objets. Le nombre p est appelé la base du système.

1 - Le système décimal

Le système de numération usuel est le système décimal de base 10, c'est-à-dire que tout nombre s'écrit à l'aide de 10 caractères : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

Exemple **:** Monsieur Harpagon possède un tas de pièces d'or qu'il désire compter. Il les regroupe en tas de 10 pièces, puis réunit les tas de 10 pièces en paquets de 10 tas.



Position ou rang	2	1	0
	↕	↕	↕
Le nombre de pièces d'or s'écrit :	2	4	3

- le 3 en position 0, correspond aux unités (3 pièces),
- le 4 en position 1, correspond aux dizaines (4 tas de 10 pièces = 40 pièces),
- le 2 en position 2, correspond aux centaines (2 paquets de 10 x 10 = 200 pièces).

$243_{10} = 2 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 3 \times 10^0$

$243_{10} = 200 + 40 + 3 = 243$
10 indique la base dans laquelle on travaille

$10^0 = 1$ par convention
$10^1 = 10$
$10^2 = 10 \times 10 = 100$

2 - Le système binaire

C'est un système de rang de base 2. Il comporte 2 caractères : 0 et 1. Ecrivons les dix premiers chiffres entiers en base 2.

Décimal	Binaire	
0	0	
1	1	
2	10	10 représente 0 unité 1 fois la base 2 2 = 1 x 2 = 2 (ne pas lire 10 = dix mais «un zéro»)
3	11	
4	100	100 représente 0 unité, 0 fois la base 2 (1 fois la base 2) x 2 = 4 (ne pas lire cent mais «un zéro zéro»)
5	101	
6	110	
7	111	
8	1000	
9	1001	

Expression d'un nombre binaire en décimal

Exemple n° 1 : 1011_2 s'exprime en base 10 de la manière suivante :

$1011_2 = (1 \times 2^3) + (0 \times 2^2) + (1 \times 2^1) + (1 \times 2^0)$

$= 1 \times 8 + 0 + 1 \times 2 + 1 \times 1$

$1011_2 = 8 + 2 + 1 = 11_{10}$

Exemple n° 2 :

101011_2 s'exprime en base 10 de la manière suivante :

$$101011_2 = (1 \times 2^5) + (0 \times 2^4) + (1 \times 2^3) + (0 \times 2^2) + (1 \times 2^1) + 1 \times 2^0)$$

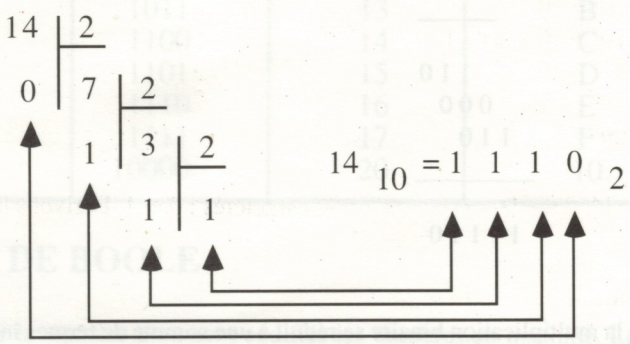
$$= 1 \times 32 + 0 + 1 \times 8 + 0 + 1 \times 2 + 1$$

$$101011_2 = 43_{10}$$

Règle de conversion du décimal en binaire :

Exemple : $14_{10} = ?_2$ 1110

On divise le nombre par 2 autant de fois qu'il est possible et on prend le quotient final et les restes successifs.



Tout nombre peut s'exprimer dans le système binaire. Il est toujours possible de transformer un nombre décimal en binaire, et un nombre binaire en décimal.

Tables d'opération :

Pour effectuer des calculs sur les nombres exprimés en binaire, il est nécessaire de définir des tables d'opérations :

- table d'addition,
- table de multiplication.

Table d'addition

+	0	1
0	0	1
1	1	10

Table de multiplication

x	0	1
0	0	0
1	0	1

ERRATA

Exemples de calcul s:

* Soit à effectuer S = (101) + (10011011)

Rétenues	1 1 1 1 1
1è opérande	1 0 1
2è opérande	1 0 0 1 1 0 1 1
Résultat	1 0 1 0 0 0 0 0

* Soit à effectuer P = (110) x (101)

```
  1 1 0
  1 0 1
 -------
  1 1 0
0 0 0
1 1 0
-------
1 1 1 1 0
```

On remarquera que la multiplication binaire se réduit à une somme de termes intermédiaires. Ces termes sont soit nuls si le multiplicateur est nul, soit déduits du multiplicande par décalages. Ceci est très important, car le bloc de traitement de l'ordinateur qui effectue les calculs voit des multiplications se réduire à des additions et des décalages. Les décalages sont des opérations électroniques très simples à effectuer.

3 - Autres systèmes de numération

En informatique, on utilise aussi le système de base 8 (système octal) et celui de base 16 (système hexadécimal).

* ***Le système octal :*** comporte 8 caractères : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Exemple : Transformation en décimal de 471_8

$$471_8 = (4 \times 8^2) + (7 \times 8^1) + (1 \times 8^0) = 320_{10}$$

* ***Le système hexadécimal :*** comporte 16 caractères. Les chiffres habituels vont de 0 à 9, on ajoute des lettres pour obtenir les 16 caractères A, B, C, D, E, F.

Exemple **:** Transformation en décimal de $3\ C\ 5_{16}$

$$3\ C\ 5_{16} = (3 \times 16^2) + (C \times 16^1) + (5 \times 16^0)$$

$$= 768 + 192 + 5 = 965_{10}$$

(C vaut 12 en base 10)

4 - Table de correspondance

Décimal	Binaire	Octal	Héxadécimal
0	0	0	0
1	1	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F
16	10000	20	10

II - ALGEBRE DE BOOLE

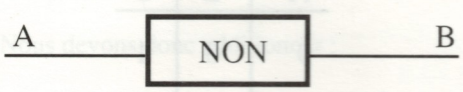
Nous venons de définir la manière dont sont codifiés les nombres en machine. Les opérations sur les nombres se font à partir de circuits électroniques donc ne possédant que deux états : le courant passe ou le courant ne passe pas (1 ou 0). Ces circuits sont appelés circuits logiques. Ils fonctionnent en suivant les règles de l'algèbre de Boole.

A l'entrée d'un circuit logique, il y a deux fils dans lesquels le courant passe ou ne passe pas, à la sortie il y a un fil dans lequel le courant passe ou ne passe suivant l'opération logique appliquée.

Nous allons examiner quelques oéprations courantes :

- NON/NOT
- ET/AND
- OU/OR
- OU exclusif
- NON ET/NAND
- NI/NOR

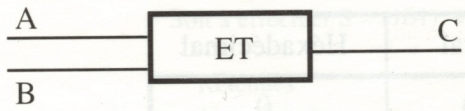
II.a - NON (NOT)



A	B
1	0
0	1

Si le courant passe dans A, il ne passe pas dans B, ce que l'on peut écrire sous forme de tableau ou table de vérité.

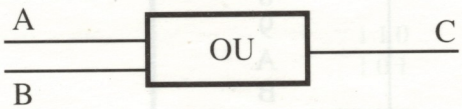
II.b - ET (AND)



Le courant passe dans C si le courant passe dans A ***et*** B.

A	B	C
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

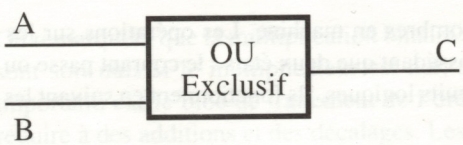
II.c - OU (OR)



Le courant passe dans C si le courant passe dans A ***ou*** B.

A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

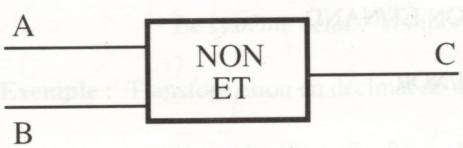
II.d - OU exclusif (XOR)



Si A et B sont dans le même état (courant passe/courant ne passe pas), alors le courant ne passe dans C.

A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

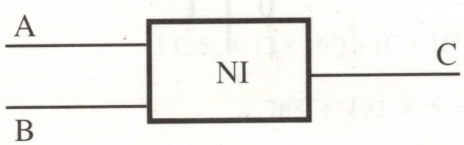
II.e - NON ET (NAND)



NON ET est le complément à 1 de l'opération ET.

A	B	C
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

II.f - NI (NOR)



NI est le complément à 1 de l'opération OU.

A	B	C
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

III - APPLICATIONS

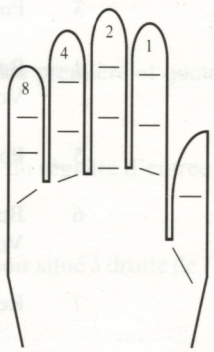
Nous allons effectuer quelques opérations simples sur l'Ordinalab.

III.a - Additions

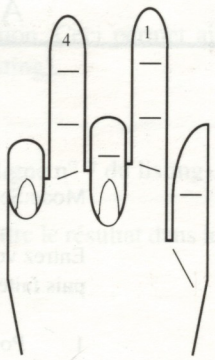
Addition n° 1 : 5 + 9 = 14

a) Exprimons les chiffres 9 et 5 en système binaire. Pour ce faire, il existe une façon très simple en utilisant les doigts de votre main.

Sur les doigts de votre main droite, inscrivez les chiffres 1, 2, 4 et 8 comme ci-contre :



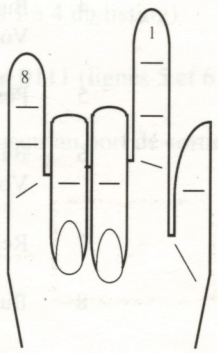
Plions le major et le petit doigt : les doigts restés tendus sont comptés 1 et les doigts pliés comptés 0.
Nous sommes donc en présence du nombre binaire 0101 = 4 + 1 = 5 en décimal.



Pour le nombre 9, il suffit de ne pas plier l'index et le petit doigt, c'est-à-dire 1001 en binaire.

Nous devons donc additionner :

0101 + 1001 = ?



III.a

Addition N° 1 : **5 + 9 = 14**

III.a

ORDINALAB

Mode:Sequencement Manuel.

Entrez vos donnees par le port d'entree,
puis faites les circuler.

1	Port d'entree - -> Bus de donnees	5:5
2	Bus de donnees - -> Accumulateur A Vous realisez une fonction egalite sur A	5:5
3	Port d'entree - -> Bus de donnees	9:9
4	Bus de donnees - -> Accumulateur B Vous realisez une fonction egalite sur A	9:9
5	Port d'entree - -> Bus de donnees	7:7
6	Bus de donnees - -> Reg. d'instr. Vous realisez une fonction A PLUS B	7:7
7	Reg. de transf. - -> Bus de donnees	14:E
8	Bus de donnees - -> Port de sortie	14:E

III.a

Addition N° 2 : **(8 + 4) = 12**

III.a

ORDINALAB

Mode:Sequencement Manuel.

Entrez vos donnees par le port d'entree,
puis faites les circuler.

1	Port d'entree - -> Bus de donnees	8:8
2	Bus de donnees - -> Accumulateur A Vous realisez une fonction egalite sur A	8:8
3	Port d'entree - -> Bus de donnees	4:4
4	Bus de donnees - -> Accumulateur B Vous realisez une fonction egalite sur A	4:4
5	Port d'entree - ->Bus de donnees	7:7
6	Bus de donnees - -> Reg. d'instr. Vous realisez une fonction A PLUS B	7:7
7	Reg. de transf. - -> Bus de donnees	12:C
8	Bus de donnees - -> Port de sortie	12:C

Listing

Listing

b) Enregistrons ces valeurs sur l'Ordinalab :

- Appuyer sur l'interrupteur noir (ON-OFF).

Sachant que les voyants rouges allumés correspondent au 1 logique et que les voyants rouges éteints correspondent au zéro logique :

- Appuyer sur les interrupteurs noirs du port d'entrée, afin d'obtenir les deuxième et quatrième voyants rouges allumés, c'est-à-dire 0101.

- Enregistrer la valeur en appuyant sur le bouton noir situé à droite du registre d'entrée (ligne n° 1 du listing).

- Entrer cette valeur dans l'accumulateur A en appuyant sur le bouton noir situé à gauche de l'accumulateur A (ligne n° 2 du listing).

- Appuyer sur les interrupteurs noirs du port d'entrée afin d'obtenir les première et quatrième voyants rouges allumés.

- Enregistrer cette valeur en appuyant sur le bouton noir situé à droite du registre d'entrée (ligne n° 3 du listing).

- Entrer cette valeur dans l'accumulateur B en appuyant sur le bouton noir situé à droite de l'accumulateur B (ligne n° 4 du listing).

- Introduire l'instruction A + B. Le code d'addition est 0111, c'est-à-dire 7 en système décimal. Appuyer sur le bouton noir de registre d'entrée (ligne n° 5 du listing).

- Appuyer sur le bouton noir situé au-dessus du registre d'instruction. Ceci permet ainsi d'imposer l'opérateur addition entre les contenus de A et de B (ligne n° 6 du listing).
La réponse apparaît au niveau du registre de transfert.

- Appuyer sur le bouton noir situé à gauche du registre de transfert (ligne n° 7 du listing).

- Appuyer sur le bouton noir à gauche du registre de sortie afin de mettre le résultat dans le port de sortie (ligne n° 8 du listing).
Le résultat de cette addition est donc:

14 en décimal, E en héxadécimal, 1110 en binaire.

Addition n° 2 : 8 + 4 = 12

a) 8 → 1000 en binaire
4 → 100 en binaire

b) Introduire ces deux chiffres dans les accumulateurs A et B (lignes 1 à 4 du listing).

c) Introduire l'opérateur + dans le registre d'instruction + est codé en 0111 (lignes 5 et 6 du listing).

d) Ramener le résultat de l'opération depuis le registre de transfert jusqu'au port de sortie (lignes 7 et 8 du listing).
Le résultat de cette addition est donc:

12 en décimal
C en héxadécimal
1100 en binaire

III.2 | Multiplication N° 1 : **3 x 5 = 15** | III.2

ORDINALAB

Mode:Sequencement Manuel.

Entrez vos donnees par le port d'entree,
puis faites les circuler.

1	Port d'entree - -> Bus de donnees	5:5
2	Bus de donnees - -> Accumulateur A Vous realisez une fonction egalite sur A	5:5
3	Bus de donnees - -> Accumulateur B Vous realisez une fonction egalité sur A	5:5
4	Port d'entree - -> Bus de donnees	7:7
5	Bus de donnees - -> Reg. d'instr. Vous realisez une fonction A PLUS B	7:7
6	Reg. de transf. - -> Bus de donnees	10:A
7	Reg. de transf. - -> Bus de donnees	10:A
8	Bus de donnees - -> Accumulateur A Vous realisez une fonction A PLUS B	10:A
9	Reg. de transf. - -> Bus de donnees	15:F
10	Bus de donnees - -> Port de sortie	15:F

III.2 | Multiplication N° 2 : **2 x 6 = 12** | III.2

ORDINALAB

Mode:Sequencement Manuel.

Entrez vos donneés par le port d'entree,
puis faites les circuler.

1	Port d'entree - -> Bus de donnees	6:6
2	Bus de donnees - -> Accumulateur A Vous realisez une fonction egalite sur A	6:6
3	Bus de donnees - -> Accumulateur B Vous realisez une fonction egalité sur A	6:6
4	Port d'entree - -> Bus de donnees	7:7
5	Bus de donnees - -> Reg. d'instr. Vous realisez une fonction A PLUS B	7:7
6	Reg. de transf. - -> Bus de donnees	12:C
7	Bus de donnees - -> Port de sortie	12:C

Listing | Listing

III.2 - Multiplications

Multiplication n° 1 : 3 x 5 = 15

La multiplication de 3 par 5 peut se représenter différemment ; en effet 3 x 5 = 5 + 5 + 5 = 15. Cela revient donc à ajouter 3 fois la valeur 5.

a) Introduire la valeur 5 dans les accumulateurs A et B

5 → 0101 en binaire
(lignes 1 à 3 du listing)

b) Introduire l'opérateur addition dans le registre d'instruction (code de l'addition : 0111) (lignes 4 et 5 du listing).

c) Remettre le résultat de l'opération 5 + 5 = 10 dans l'accumulateur A. Appuyer sur le bouton du registre de transfert (lignes 6 à 8 du listing). Appuyer sur le bouton de l'accumulateur A (ligne 9 du listing).

d) Ramener le résultat de l'opération

1010 + 0101 = 1111 dans le port de sortie et 1111 en binaire correspond bien à 15 en décimal (ligne 10 du listing).

Multiplication n° 2 : 2 x 6 = 12

La multiplication 2 x 6 peut se présenter différemment, c'est-à-dire 2 x 6 = 6 + 6 = 12.

a) Introduire la valeur 6 dans les accumulateurs A et B (6 en décimal correspond à 0110 en binaire) (lignes 1 à 3 du listing).

b) Introduire l'opérateur addition + dans le registre d'instruction (code 0111) (lignes 4 et 5 du listing).

c) Ramener le résultat de l'addition depuis le registre de transfert jusqu'au port de sortie, c'est-à-dire 1100 en binaire qui correspond à 12 en système décimal (lignes 6 et 7 du listing).

TRAVAUX PRATIQUES
MODE SEQUENCEMENT MANUEL

I - Règles de l'algèbre de Boole sur l'Ordinalab p 35
II - Applications p 45

Opération NON A

I.a

ORDINALAB

Mode:Sequencement Manuel.

Entrez vos donnees par le port d'entree,
puis faites les circuler.

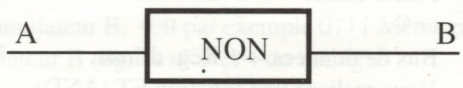
1	Port d'entree - -> Bus de donnees	3:3
2	Bus de donnees - -> Accumulateur A Vous realisez une fonction egalite sur A	3:3
3	Port d'entree - -> Bus de donnees	1:1
4	Bus de donnees - -> Reg. d'instr. Vous realisez une fonction NON A	1:1
5	Reg. de transf. - -> Bus de donnees	12:C
6	Bus de donnees - -> Port de sortie	12:C

Listing

Leçon 3
Travaux pratiques
Mode séquencement manuel

I - REGLES DE L'ALGEBRE DE BOOLE SUR L'ORDINALAB

I.a - Opération NON



- Appuyer sur l'interrupteur ON/OFF.

- Choisir une valeur pour A soit par exemple 0011 en binaire qui correspond à 3 en décimal.

- Entrer la valeur dans l'accumulateur A :

  * appuyer sur registre d'entrée (ligne n° 1 du listing)

  * appuyer sur bouton noir de Accumulateur A, afin d'entrer la valeur A (ligne n° 2 du listing).

- Introduire l'opérateur NON A qui est codé 0001. Choisir cette valeur au niveau du port d'entrée et appuyer sur le bouton registre d'entrée (ligne n° 3 du listing). Appuyer sur le bouton registre d'instruction (ligne n° 4 du listing). Vous voyez apparaître le résultat de l'opération au niveau du registre de transfert.

  Si A = 0011 ⇨ NON A = 1100 en binaire soit 12 en système décimal

- Amener le résultat au niveau du port de sortie en appuyant successivement sur les boutons registre de transfert et registre de sortie (lignes n° 5 et 6 du listing).

Remarque : *Le système de numération binaire de l'Ordinalab permet de compter de 0000 à 1111, c'est-à-dire 0 à 15 en décimal. Il est simple de remarquer à travers cet exemple que la fonction NON A*

A → NON A
0011 → 1100

en binaire revient à prendre le complément du chiffre décimal à 15.

I.b

Exemple N° 1 : **Opération ET**

I.b

ORDINALAB

Mode:Sequencement Manuel.

Entrez vos donnees par le port d'entree,
puis faites les circuler.

1	Port d'entree - -> Bus de donnees	14:E
2	Bus de donnees - -> Accumulateur A Vous realisez une fonction egalite sur A	14:E
3	Port d'entree - -> Bus de donnees	7:7
4	Bus de donnees - -> Accumulateur B Vous realisez une fonction egalite sur A	7:7
5	Port d'entree - -> Bus de donnees	3:3
6	Bus de donnees - -> Reg. d'instr. Vous realisez une fonction ET (AND)	3:3
7	Reg. de transf. - -> Bus de donnees	6:6
8	Bus de donnees - -> Port de sortie	6:6

Listing **Listing**

I.b

Exemple N° 2 : **Opération ET**

I.b

ORDINALAB

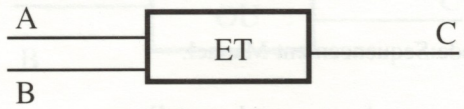
Mode:Sequencement Manuel.

Entrez vos donnees par le port d'entree,
puis faites les circuler.

1	Port d'entree - -> Bus de donnees	12:C
2	Bus de donnees - -> Accumulateur A Vous realisez une fonction egalite sur A	12:C
3	Port d'entree - -> Bus de donnees	3:3
4	Bus de donnees - -> Accumulateur B Vous realisez une fonction egalite sur A	7:7
5	Bus de donnees - -> Reg. d'instr. Vous realisez une fonction ET (AND)	3:3
6	Reg. de transf. - -> Bus de donnees	0:0
7	Bus de donnees - -> Port de sortie	0:0

Listing **Listing**

I.b - Opération ET



Exemple n° 1

- Entrer une valeur dans A soit par exemple 1110 :

  * afficher 1110 au port d'entrée

  * appuyer sur registre d'entrée (bouton noir)

  * appuyer sur le bouton noir de Accumulateur A (lignes n° 1 et 2 du listing)

- Entrer une valeur dans l'accumulateur B, soit par exemple 0111.Même procédure que précédemment, mais en direction de l'accumulateur B (lignes n° 3 et 4 du listing).

- Introduire l'opérateur ET qui est codé 0011. Afficher cette valeur au port d'entrée et appuyer successivement sur les boutons registre d'entrée et registre d'instruction (lignes n° 5 et 6 du listing). Le résultat apparaît au niveau du registre de transfert et vaux 0110, ce qui est normal en effet. Entre 0111 et 1110 la partie commune aux deux informations est bien 0110.

- Amener le résultat depuis le registre de transfert jusqu'au port de sortie en appuyant sur les boutons noirs successifs (lignes n° 7 et 8 du listing).

Exemple n° 2

- Entrer la valeur 1100 dans l'accumulateur A (lignes n° 1 et 2 du listing).

- Entrer la valeur 0011 dans l'accumulateur B (lignes n° 3 et 4 du listing).

- Introduire l'opérateur ET codé 0011 dans le registre d'instruction (ligne n° 5 du listing), la valeur 0011 était déjà sélectionnée dans le port d'entrée précédemment.

Le résultat apparait dans le registre de transfert et vaut 0000, ce qui est normal, car la partie commune entre les deux informations n'existe pas et le résultat est donc 0000.

- Ramener la valeur au niveau du port de sortie (lignes 6 et 7 du listing).

I.c

Exemple : **Opération OU ou OR**

I.c

ORDINALAB

Mode:Sequencement Manuel.

Entrez vos donnees par le port d'entree,
puis faites les circuler.

1 Port d'entree - -> Bus de donnees 3:3

2 Bus de donnees - -> Accumulateur A 3:3
Vous realisez une fonction egalite sur A

3 Port d'entree - -> Bus de donnees 10:A

4 Bus de donnees - -> Accumulateur B 10:A
Vous realisez une fonction egalite sur A

5 Port d'entree - -> Bus de donnees 2:2

6 Bus de donnees - -> Reg. d'instr. 2:2
Vous realisez une fonction OU (OR)

7 Reg. de transf. - -> Bus de donnees 11:B

Listing

8 Bus de donnees - -> Port de sortie 11:B

Listing

I.d

Exemple 1 : **Opération OU exclusif**

I.d

ORDINALAB

Mode:Sequencement Manuel.

Entrez vos donnees par le port d'entree,
puis faites les circuler.

1 Port d'entree - -> Bus de donnees 3:3

2 Bus de donnees - -> Accumulateur A 3:3
Vous realisez une fonction egalite sur A

3 Port d'entree - -> Bus de donnees 10:A

4 Bus de donnees - -> Accumulateur B 10:A
Vous realisez une fonction egalite sur A

5 Port d'entree - -> Bus de donnees 5:5

6 Bus de donnees - -> Reg. d'instr. 5:5
Vous realisez une fonction OU exclusif

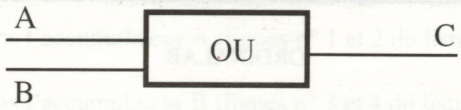
7 Reg. de transf. - -> Bus de donnees 9:9

Listing

8 Bus de donnees - -> Port de sortie 9:9

Listing

I.c - Opération OU ou OR



Exemple

- Introduire la valeur 0011 dans l'accumulateur A :

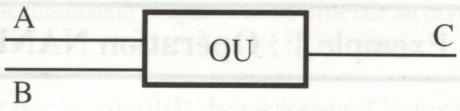
  * afficher la valeur au niveau du port d'entrée et appuyer successivement sur les boutons registre d'entrée et accumulateur A (lignes n° 1 et 2 du listing).

- Introduire la valeur 1010 dans l'accumulateur B successivement sur les boutons registre d'entrée et accumulateur B (lignes n° 3 et 4 du listing).

- Introduire l'opérateur OR codé 0010 dans le registre d'instruction (lignes n° 5 et 6 du listing). Le résultat apparait dans le registre de transfert et vaut 1011 ce qui peut s'expliquer facilement. En effet, d'après la définition de la fonction , les chiffres 1 doivent appartenir à l'une des deux informations contenues dans A et B sans pour autant appartenir aux deux obligatoirement.

- Ramener la valeur 1011 dans le port de sortie. Appuyer successivement sur les boutons registre de transfert et registre de sortie (lignes n° 7 et 8 du listing).

I.d - Opération OU exclusif (XOR)



Exemple n° 1

- Introduire la valeur 0011 dans l'accumulateur A. Afficher cette valeur au niveau du port d'entrée et la véhiculer jusqu'à l'accumulateur A (lignes n° 1 et 2 du listing).

- Introduire la valeur 1010 dans l'accumulateur B. Afficher cette valeur au niveau du port d'entrée et la mettre dans l'accumulateur B (lignes n° 3 et 4 du listing).

- Afficher la valeur de l'opérateur XOR qui est 0101 et la mettre dans le registre d'instruction (lignes n° 5 et 6 du listing).

- Le résultat apparait au niveau du registre de transfert et vaut 1001 (lignes n° 7 et 8 du listing).

Remarque : *Partant des informations* ***1*** *010 et 001* ***1****, il est logique de proposer pour résultat 1001 où les 1 résultants appartiennent à l'une des deux informations sans appartenir aux deux. Si nous comparons ce résultat à celui obtenu avec la fonction OR : 1011, nous voyons que le 1 situé au 3è rang est bien celui qui appartient aux deux informations A et B.*

I.d

Exemple N° 2 : **Opération OU exclusif**

I.d

ORDINALAB

Mode:Sequencement Manuel.

Entrez vos donnees par le port d'entree,
puis faites les circuler.

1	Port d'entree - -> Bus de donnees	3:3
2	Bus de donnees - -> Accumulateur A Vous realisez une fonction egalite sur A	3:3
3	Port d'entree - -> Bus de donnees	12:C
4	Bus de donnees - -> Accumulateur B Vous realisez une fonction egalite sur A	12:C
5	Port d'entree - -> Bus de donnees	5:5
6	Bus de donnees - -> Reg. d'instr. Vous realisez une fonction OU exclusif	5:5
7	Reg. de transf. - -> Bus de donnees	15:F
8	Bus de donnees - -> Port de sortie	15:F

Listing

Listing

I.e

Exemple 1 : **Opération NAND**

I.e

ORDINALAB

Mode:Sequencement Manuel.

Entrez vos donnees par le port d'entree,
puis faites les circuler.

1	Port d'entree - -> Bus de donnees	14:E
2	Bus de donnees - -> Accumulateur A Vous realisez une fonction egalite sur A	14:E
3	Port d'entree - -> Bus de donnees	7:7
4	Bus de donnees - -> Accumulateur B Vous realisez une fonction egalite sur A	7:7
5	Port d'entree - -> Bus de donnees	4:4
6	Bus de donnees - -> Reg. d'instr. Vous realisez une fonction NAND	4:4
7	Reg. de transf. - -> Bus de donnees	9:9
8	Bus de donnees - -> Port de sortie	9:9

Listing

Listing

Exemple n° 2

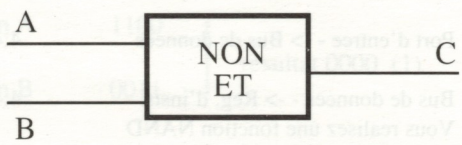
- Introduire la valeur 0011 dans l'accumulateur A (lignes n° 1 et 2 du listing).

- Introduire la valeur 1100 dans l'accumulateur B (lignes n° 3 et 4 du listing).

- Introduire la valeur codée de l'opérateur XOR qui est 0101 et la mettre dans le registre d'instruction (lignes n° 5 et 6 du listing). Le résultat apparait au niveau du registre de transfert et vaut 1111. Cette valeur est correcte et est la même que celle trouvée dans l'exemple n° 2 de la fonction OU ou OR, car il n'y avait pas de 1 commun entre les deux informations A et B.

- Remettre le résultat dans le port de sortie (lignes n° 7 et 8 du listing).

I.e - Opération NON ET (NAND)



Exemple n° 1

- Entrer la valeur 1110 dans l'accumulateur A après l'avoir affichée au niveau du port d'entrée (lignes n° 1 et 2 du listing).

- Entrer la valeur 0111 dans l'accumulateur B après l'avoir affichée au niveau du port d'entrée (lignes n° 3 et 4 du listing).

- Introduire l'opérateur NAND avec le code 0100, dans le registre d'instruction (lignes n° 5 et 6 du listing).

Remarque : *Le résultat de cette opération apparait au-dessous du registre de transfert et vaut 1001. Ce résultat est correct et mérite quelques commentaires. En effet, dans le cours (leçon précédente, il est mentionné que la fonction NAND est le complément à 1 de la fonction ET, nous allons le vérifier en comparant notre résultat avec celui obtenu dans l'exemple n° 1 de l'opération ET (paragraphe I..b puisque les informations initiales sont les mêmes.*

Opération ET

Information A	1110	
		résultat 0110 (1)
Information B	0111	

Opération NAND

Information A	1110	
		résultat 1001 (2)
Information B	0111	

Nous venons de vérifier que le résultat (1) est le complément à 1 du résultat (2).

Il ne reste plus qu'à entrer notre résultat dans le port de sortie (lignes n° 7 et 8 du listing).

I.e

Exemple 2 : **Opération NAND**

I.e

ORDINALAB

Mode:Sequencement Manuel.

Entrez vos donnees par le port d'entree,
puis faites les circuler.

1	Port d'entree - -> Bus de donnees	12:C
2	Bus de donnees - -> Accumulateur A Vous realisez une fonction egalite sur A	12:C
3	Port d'entree - -> Bus de donnees	3:3
4	Bus de donnees - -> Accumulateur B Vous realisez une fonction egalite sur A	3:3
5	Port d'entree - -> Bus de donnees	4:4
6	Bus de donnees - -> Reg. d'instr. Vous realisez une fonction NAND	4:4
7	Reg. de transf. - -> Bus de donnees	15:F
8	Bus de donnees - -> Port de sortie	15:F

Listing

Listing

I.f

Exemple N°1 : **Opération A moins B**

I.f

ORDINALAB

Mode:Sequencement Manuel.

Entrez vos donnees par le port d'entree,
puis faites les circuler.

1	Port d'entree - -> Bus de donnees	15:F
2	Bus de donnees - -> Accumulateur A Vous realisez une fonction egalite sur A	15:F
3	Port d'entree - -> Bus de donnees	3:3
4	Bus de donnees - -> Accumulateur B Vous realisez une fonction egalite sur A	3:3
5	Port d'entree - -> Bus de donnees	8:8
6	Bus de donnees - -> Reg. d'instr. Vous realisez une fonction A MOINS B	8:8
7	Reg. de transf. - -> Bus de donnees	12:C
8	Bus de donnees - -> Port de sortie	12:C

Listing

Listing

Exemple n° 2

Reprenons les mêmes informations A et B que dans l'exemple n° 2 de la fonction ET.

- Entrer la valeur 1100 dans l'accumulateur A (lignes n° 1 et 2 du listing).

- Entrer la valeur 0011 dans l'accumulateur B (lignes n° 3 et 4 du listing).

- Introduire l'opérateur NAND codé 0100 dans le registre d'instruction (lignes n° 5 et 6 du listing) après l'avoir affiché au niveau du port d'entrée.
Le résultat apparait au-dessous du registre de transfert et vaut : 1111.

- Ramener le résultat au niveau du port de sortie (lignes n° 7 et 8 du listing).

Remarque : *Vérifions que le résultat trouvé avec la fonction NAND est le complément à 1 de celui trouvé avec la fonction ET.*

Fonction ET

Information A	1100	résultat 0000 (1)
Information B	0011	

Fonction NAND

Information A	1100	résultat 1111 (2)
Information B	0011	

Nous pouvons vérifier en effet, que le résultat (1) est le complément à 1 du résultat (2)

I.f - Opération A moins B

Exemple n° 1

- Entrer la valeur binaire 1111 dans l'accumulateur A après l'avoir affichée au niveau du port d'entrée (lignes n° 1 et 2 du listing).

- Entrer la valeur 0011 dans l'accumulateur B après l'avoir affichée au niveau du port d'entrée (lignes n° 3 et 4 du listing).

- Entrer la valeur 1000 qui est le code opérateur de la fonction A moins B dans le registre d'instruction (lignes n° 5 et 6 du listing).
Le résultat de cette opération apparait sous le registre de transfert et vaut 1100.

- Mettre le résultat de cette opération dans le port de sortie (lignes n° 7 et 8 du listing).

Remarque : *Le résultat trouvé est correct car :*

1111 moins 0011 vaut bien 1100, c'est-à-dire en décimal 15 - 3 = 12.

I.f

Exemple 2 : **Opération A moins B**

I.f

ORDINALAB

Mode:Sequencement Manuel.

Entrez vos donnees par le port d'entree,
puis faites les circuler.

1 Port d'entree - -> Bus de donnees 14:E

2 Bus de donnees - -> Accumulateur A 14:E
Vous realisez une fonction egalite sur A

3 Port d'entree - -> Bus de donnees 7:7

4 Bus de donnees - -> Accumulateur B 7:7
Vous realisez une fonction egalite sur A

5 Port d'entree - -> Bus de donnees 8:8

6 Bus de donnees - -> Reg. d'instr. 8:8
Vous realisez une fonction A MOINS B

7 Reg. de transf. - -> Bus de donnees 7:7

Listing **Listing**

II.a

Construction de la fonction NOR

II.a

ORDINALAB

Mode:Sequencement Manuel.

Entrez vos donnees par le port d'entree,
puis faites les circuler.

1 Port d'entree - -> Bus de donnees 3:3

2 Bus de donnees - -> Accumulateur A 3:3
Vous realisez une fonction egalite sur A

3 Port d'entree - -> Bus de donnees 10:A

4 Bus de donnees - -> Accumulateur B 10:A
Vous realisez une fonction egalite sur A

5 Port d'entree - -> Bus de donnees 2:2

6 Bus de donnees - -> Reg.d'instr. 2:2
Vous realisez une fonction OU (OR)

7 Reg. de transf. - -> Bus de donnees 11:B

8 Bus de donnees - -> Accumulateur A 11:B
Vous realisez une fonction OU (OR)

9 Bus de donnees - -> Accumulateur B 11:B
Vous realisez une fonction OU (OR)

10 Port d'entree - -> Bus de donnees 4:4

11 Bus de donnees - -> Reg. d'instr. 4:4
Vous realisez une fonction NAND

12 Reg. de transf. - -> Bus de donnees 4:4

13 Bus de donnees - -> Port de sortie 4:4

Listing **Listing**

Exemple n° 2

- Entrer la valeur binaire 1110 dans l'accumulateur A (lignes n° 1 et 2 du listing).

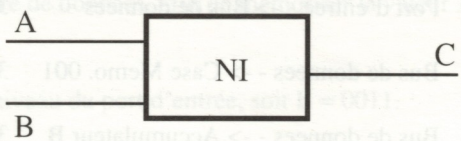
- Entrer la valeur 0111 dans l'accumulateur B (lignes n° 3 et 4 du listing).

- Entrer le code opérateur 1000 dans le registre d'instruction (lignes n° 5 et 6 du listing).
Le résultat de cette opération apparait au niveau du registre de transfert et vaut 0111, c'est-à-dire en décimal 14 - 7 = 7.

- Mettre le résultat de cette opération dans le port de sortie (lignes n° 7 et 8 du listing).

II - APPLICATIONS

II.a - Construction de la fonction NOR



Dans la leçon 2, (paragraphe II.f), la fonction NOR ou NI est présentée comme étant le complément à 1 de l'opération OU (consulter les tables de vérité).

Nous allons reconstruire cette fonction en utilisant les fonctions précédemment définies.

Dans un premier temps, il suffit de prendre la fonction OU entre deux informations A et B. Dans un second temps, il suffira de transporter le résultat de l'opération dans A et B et d'attribuer une fonction NAND sur l'information commune de A et de B.

La dernière étape consistera à transporter le résultat depuis le registre de transfert jusqu'au port de sortie.

- Introduire la valeur 0011 dans l'accumulateur A (lignes n° 1 et 2 du listing).

- Introduire la valeur 1010 dans l'accumulateur B (lignes n° 3 et 4 du listing).

- Introduire l'opérateur OU (codé 0010), (lignes n° 5 et 6 du listing), le résultat est 1011.

- Transporter cette valeur depuis le registre de transfert jusque l'accumulateur A et également l'accumulateur B (lignes n° 7, 8 et 9 du listing).

- Introduire l'opérateur NAND (codé 0100) (lignes n° 10 et 11 du listing).

Le résultat apparait au niveau du registre de transfert et vaut : 0100.

La réponse correspond bien au cours où il est mentionné que la fonction NI ou NOR est le complément de l'opération OU ou OR.

- Transporter le résultat de cette opération jusqu'au port de sortie (lignes n° 12 et 13 du listing).

II b. 1

Comparaison de {NON (A OU B)} avec {(NON A) ET (NON B)}

II b.1

ORDINALAB

Mode:Sequencement Manuel.

Entrez vos donnees par le port d'entree,
puis faites les circuler.

1	Port d'entree - -> Bus de donnees	10:A
2	Bus de donnees - -> Case Memo. 000	10:A
3	Adresse 001 Selectionnee	0:0
4	Port d'entree - -> Bus de donnees	3:3
5	Bus de donnees - -> Case Memo. 001	3:3
6	Bus de donnees - -> Accumulateur B Vous realisez une fonction egalite sur A	3:3
7	Adresse 000 Selectionnee	10:A
8	Case Memo. 000 - -> Bus de donnees	10:A
9	Bus de donnees - -> Accumulateur A Vous realisez une fonction egalite sur A	10:A
10	Port d'entree - -> Bus de donnees	2:2
11	Bus de donnees - -> Reg.d'instr. Vous realisez une fonction OU (OR)	2:2
12	Reg. de transf. - -> Bus de donnees	11:B
13	Bus de donnees - -> Accumulateur A Vous realisez une fonction OU (OR)	11:B
14	Bus de donnees - -> Accumulateur B Vous realisez une fonction OU (OR)	11:B
15	Port d'entree - -> Bus de donnees	4:4
16	Bus de donnees - -> Reg.d'instr. Vous realisez une fonction NAND	4:4

Listing

Listing

II.b - Comparaison de deux tables de vérité

II.b.1 - Comparaison avec l'Ordinalab des deux opérations suivantes :

C = NON (A OU B)
D = (NON A) ET (NON B)

Les valeurs de A et de B, étant utilisées deux fois, il est conseillé de mémoriser ces valeurs dans un premier temps. Ce travail peut donc se décomposer en :

1) Choix de A et de B et mémorisation.
2) Calcul de l'opération C et mémorisation
3) Calcul de l'opération D et mémorisation
4) Comparaison des résultats

Choix de A et de B et mémorisation

- Afficher la valeur de A au niveau du port d'entrée, soit A = 1010. Appuyer sur les boutons de registre d'entrées et à droite de registre de données, afin de mémoriser la valeur A en l'adresse 000 (lignes n° 1 et 2 du listing).

- Afficher la valeur de B au niveau du port d'entrée, soit B = 0011.

- Appuyer sur le bouton noir situé au-dessous de numéro de case active, afin de sélectionner l'adresse 001 (ligne n° 3 du listing).

- Entrer la valeur choisie de B en appuyant successivement sur les boutons registre d'entrées et à droite de registre de données (lignes n° 4 et 5 du listing).

Les deux valeurs A et B sont donc mémorisées aux adresses 000 et 001.

Calcul de l'opération C et mémorisation

- Introduire la valeur de l'information B dans l'accumulateur B, puisque c'est la dernière valeur entrée en mémoire (ligne n° 6 du listing).

- Sélectionner l'adresse 000 de la mémoire en appuyant sur le bouton noir situé au-dessus de numéro de case active (ligne n° 7 du listing).

- Appeler cette valeur de A en appuyant sur le bouton noir situé à gauche de registre de données et entrer cette information dans l'accumulateur A (lignes n° 8 et 9 du listing).

- Introduire l'opérateur OU codé 0010 dans le registre d'instruction (lignes n° 10 et 11 du listing).

- Le résultat de l'opération apparaît sous le registre de transfert et vaut 1011. Afin de pouvoir réaliser NON (A ou B), mettre la valeur 1011 dans les accumulateurs A et B et appliquer la fonction NON.

- Appuyer sur les boutons de registre de transfert et des accumulateurs A et B (lignes n° 12, 13 et 14 du listing).

- Introduire l'opérateur NON codé 0100 dans le registre d'instruction (lignes n° 15 et 16 du listing).

II b.1	Comparaison de {NON (A OU B)} avec {(NON A) ET (NON B)} - fin	II b.1

17	Adresse 001 Selectionnee	3:3
18	Adresse 010 Selectionnee	0:0
19	Reg. de transf.- -> Bus de donnees	4:4
20	Bus de donnees - -> Case Memo. 010	4:4
21	Adresse 001 Selectionnee	3:3
22	Case Memo. 001 - -> Bus de donnees	3:3
23	Bus de donnees - -> Accumulateur B Vous realisez une fonction NAND	3:3
24	Bus de donnees - -> Accumulateur A Vous realisez une fonction NAND	3:3
25	Adresse 010 Selectionnee	4:4
26	Adresse 011 Selectionnee	0:0
27	Reg. de transf.- -> Bus de donnees	12:C
28	Bus de donnees - -> Case Memo. 011	12:C
29	Adresse 010 Selectionnee	4:4
30	Adresse 001 Selectionnee	3:3
31	Adresse 000 Selectionnee	10:A
32	Case Memo. 000 - -> Bus de donnees	10:A
33	Bus de données - -> Accumulateur A Vous realisez une fonction NAND	10:A
34	Bus de donnees - -> Accumulateur B Vous realisez une fonction NAND	10:A
35	Reg. de transf.- -> Bus de donnees	5:5
36	Bus de donnees - -> Accumulateur A Vous realisez une fonction NAND	5:5
37	Adresse 001 Selectionnee	3:3
38	Adresse 010 Selectionnee	4:4
39	Adresse 011 Selectionnee	12:C
40	Case Memo. 011 - -> Bus de donnees	12:C
41	Bus de donnees - -> Accumulateur B Vous realisez une fonction NAND	12:C
42	Port d'entree - -> Bus de donnees	3:3
43	Bus de donnees - -> Reg.d'instr. Vous realisez une fonction ET (AND)	3:3
44	Adresse 100 Selectionnee	0:0
45	Reg. de transf. - -> Bus de donnees	4:4
46	Bus de donnees - -> Case Memo. 100	4:4
47	Bus de donnees - -> Port de sortie	4:4

Listing **Listing**

Le résultat apparait sous le registre de transfert et vaut 0100.
Cette valeur peut être mémorisée à l'adresse 010.

- Appuyer 2 fois sur le bouton noir situé sous numéro de case active afin de sélectionner l'adresse 010 (lignes n° 17 et 18 du listing).

- Mémoriser la valeur 0100 à l'adresse 010 en appuyant successivement sur les boutons registre de transfert et à droite de registre de données (lignes n° 19 et 20 du listing).

Le résultat de l'opération NON (A ou B) est donc mémorisé en l'adresse 010 et vaut 0100.

Calcul de l'opération D et mémorisation

- Sélectionner l'adresse 001 de la mémoire en appuyant sur le bouton situé au-dessus de numéro de case active (ligne n° 21).

Cette adresse correspond à celle de l'information B.

- Appuyer sur le bouton noir situé à gauche de registre de données et mettre la valeur 0011 dans l'accumulateur B et dans l'accumulateur A (lignes n° 22, 23 et 24 du listing).

- L'opérateur NON étant déjà enregistré dans le registre d'instruction (codé 0100), il apparait immédiatement le résultat de l'opération NON B sous le registre de transfert. Cette valeur 1100 peut être stockée momentanément en l'adresse 011.

- Appuyer deux fois sur le bouton situé au-dessous de numéro de case active afin de sélectionner l'adresse 011 (lignes n° 25 et 26 du listing).

- Transporter la valeur 1100 de NON B en l'adresse 011.

- Appuyer sur les boutons registre de transfert et à droite de registre de données afin d'enregistrer la valeur (lignes n° 27 et 28 du listing).

- Sélectionner l'adresse 000 où se trouve la valeur de l'information A en appuyant trois fois sur le bouton situé au-dessus de numéro de case active (lignes n° 29, 30 et 31 du listing).

- Enregistrer cette valeur 1010 dans les accumulateurs A et B (lignes n° 32, 33 et 34 du listing).

L'opérateur NON codé 0100 existant toujours dans le registre d'instructions, le résultat de l'opération NON A apparait immédiatement sous le registre de transfert.

- Introduire la valeur NON A dans l'accumulateur A en appuyant successivement sur les boutons registre de transfert et accumulateur A (lignes n° 35 et 36 du listing).

- Sélectionner l'adresse 011 en appuyant trois fois sur le bouton situé au-dessous de numéro de case active (lignes n° 37, 38 et 39 du listing).

En effet, à l'adresse 011, se trouve la valeur de l'information NON B qu'il faut mettre dans l'accumulateur B.

- Introduire NON B dans l'accumulateur B en appuyant successivement sur les boutons registre de données et accumulateur B (lignes n° 40 et 41 du listing).

- Introduire l'opérateur ET codé 0011 après l'avoir affiché au niveau du port d'entrée (lignes n° 42 et 43 du listing).

II b 2

Comparaison de {NON (A ET B)} avec {(NON A) OU (NON B)}

II b 2

ORDINALAB

Mode:Sequencement Manuel.

Entrez vos donnees par le port d'entree,
puis faites les circuler.

1	Port d'entree - -> Bus de donnees	10:A
2	Bus de donnees - -> Case Memo. 000	10:A
3	Adresse 001 Selectionnee	0:0
4	Port d'entree - -> Bus de donnees	3:3
5	Bus de donnees - -> Case Memo. 001	3:3

Listing

Listing

Le résultat de l'opération apparait sous le registre de transfert et peut être mémorisé en l'adresse 100.

- Sélectionner l'adresse 100 en appuyant une fois sur le bouton situé sous numéro de case active (ligne n° 44 du listing).

- Mémoriser le résultat de l'opération (NON A) ET (NON B) qui vaut 0100 en l'adresse 100 en appuyant successivement sur les boutons registre de transfert et registre de données (lignes n° 45 et 46 du listing).

Comparaison des résultats

Opération C = NON (A OU B) mémorisée en 010
= 0100

Opération D = (NON A) ET (NON B) mémorisée en 100
= 0100

Nous venons de démontrer que Opération C = Opération D,

donc NON (A OU B) = (NON A) ET (NON B).

Il ne reste plus qu'à transporter cette valeur au niveau du port de sortie. Puisqu'elle existe encore au niveau du bus de données, il suffit d'appuyer sur le bouton registre de sortie et la valeur apparait (ligne n° 47 du listing).

II b. 2 - Comparaison avec l'Ordinalab des deux opérations suivantes :

C = NON (A ET B)

D = (NON A) OU (NON B)

Les valeurs A et B étant utilisées pour les deux opérations C et D, le travail sera décomposé de la même façon que dans le paragraphe précédent :

1) Choix de A et B, puis mémorisation.
2) Calcul de l'opération C et mémorisation.
3) Calcul de l'opération D et mémorisation.
4) Comparaison des résultats.

Choix de A et B et mémorisation

- Afficher la valeur A au niveau du port d'entrée, soit A = 1010. Appuyer sur les boutons situés à droite du registre d'entrées et du registre de données, afin d'enregistrer la valeur de A dans la mémoire à l'adresse 000 (lignes n° 1 et 2 du listing).

- Afficher la valeur B au niveau du port d'entrée, soit B = 0011.

- Appuyer sur le bouton situé au-dessous du numéro de case active, afin de sélectionner l'adresse 001 (ligne n° 3 du listing).

- Entrer la valeur choisie de B en appuyant successivement sur les boutons registre d'entrées et à droite du registre de données (lignes n° 4 et 5 du listing).

Les deux valeurs A et B sont donc mémorisées aux adresses 000 et 001.

II b.2	Comparaison NON (A ET B) et (NON A) OU (NON B) - suite	II b.2

```
6   Bus de donnees - -> Accumulateur B   3:3
    Vous realisez une fonction egalite sur A

7   Adresse 000 Selectionnee             10:A

8   Case Memo. 000 - -> Bus de donnees   10:A

9   Bus de donnees - -> Accumulateur A   10:A
    Vous realisez une fonction egalite sur A

10  Port d'entree - -> Bus de donnees    3:3

11  Bus de donnees - -> Reg.d'instr.     3:3
    V ous realisez une fonction ET (AND)

12  Reg. de transf.- -> Bus de donnees   2:2

13  Bus de donnees - -> Accumulateur A   2:2
    Vous realisez une fonction ET (AND)

14  Bus de donnees - -> Accumulateur B   2:2
    Vous realisez une fonction ET (AND)

15  Port d'entree - -> Bus de donnees    4:4

16  Bus de donnees - -> Reg.d'instr.     4:4
    Vous realisez une fonction NAND

17  Adresse 001 Selectionnee             3:3

18  Adresse 010 Selectionnee             0:0

19  Reg. de transf. - -> Bus de donnees  13:D

20  Bus de donnees - -> Case Memo. 010   13:D

21  Adresse 001 Selectionnee             3:3

22  Case Memo. 001 - -> Bus de donnees   3:3

23  Bus de donnees - -> Accumulateur A   3:3
    Vous realisez une fonction NAND

24  Bus de donnees - -> Accumulateur B   3:3
    Vous realisez une fonction NAND

25  Adresse 010 Selectionnee             13:D

26  Adresse 011 Selectionnee             0:0

27  Reg. de transf. - -> Bus de donnees  12:C

28  Bus de donnees - -> Case Memo. 011   12:C

29  Adresse 010 Selectionnee             13:D

30  Adresse 001 Selectionnee             3:3

31  Adresse 000 Selectionnee             10:A

32  Case Memo. 000 - -> Bus de donnees   10:A

33  Bus de donnees - -> Accumulateur A   10:A
    Vous realisez une fonction NAND

34  Bus de donnees - -> Accumulateur B   10:A
    Vous realisez une fonction NAND
```

Listing		Listing

Calcul de l'opération C et mémorisation

- Mettre la valeur B dans l'accumulateur B en appuyant simplement sur le bouton noir situé à droite de l'accumulateur B (ligne n° 6 du listing).

- Sélectionner l'adresse 000 en appuyant sur le bouton noir situé au-dessus de numéro de case active (lignes n° 7, 8 et 9 du listing).

- Introduire la valeur codée de l'opérateur ET (0011) dans le registre d'instruction saprès avoir mis cette valeur au niveau du port d'entrée (lignes n° 10 et 11 du listing).

Le résultat apparait au-dessous du registre de transfert et vaut 0010 en binaire.

- Transporter cette valeur dans les accumulateurs A et B en appuyant successivement sur les boutons des registres de transfert et accumulateurs A et B (liste n° 12, 13 et 14 du listing).

- Introduire la valeur codée de l'opérateur NON qui est 0100, dans le registre d'instructions (lignes n° 15 et 16 du listing).

Le résultat apparait sous le registre de transfert et vaut 1101. Cette valeur peut être provisoirement stockée en mémoire à l'adresse 010.

- Sélectionner l'adresse 010 en appuyant deux fois sur le bouton noir situé au-dessous de numéro de case active (lignes n° 17 et 18 du listing).

- Enregistrer le résultat de l'opération à cette adresse 010 (lignes n° 19 et 20 du listing).

Le résultat de l'opération NON (A ET B) est donc mémorisé à l'adresse **010.**

Calculons maintenant la seconde opération.

Calcul de l'opération D et mémorisation

- Sélectionner la valeur de l'adresse 001 en appuyant sur le bouton noir situé au-dessus de numéro de case active (ligne n° 21 du listing).

- La valeur B qui se situe à cette adresse peut être enregistrée en Accumulateur A et Accumulateur B. Appuyer successivement sur les boutons registre de données et accumulateurs A et B (lignes n° 22, 23 et 24 du listing).

La fonction NON étant encore enregistrée, le résultat de l'opération NON B apparait immédiatement sous le registre de transfert et vaut 1100. Cette valeur peut être stockée momentanément en l'adresse 011.

- Sélectionner l'adresse 011 en appuyant deux fois sur le bouton noir situé au-dessous de numéro de case active (lignes n° 25 et 26 du listing).

- Enregistrer le résultat du calcul en appuyant sur les boutons registre de transfert et registre de données (lignes n° 27 et 28 du listing).

- Sélectionner l'adresse 000 en appuyant trois fois sur le bouton noir situé au-dessus de numéro de case active qui correspond à l'adresse de A (lignes n° 29, 30 et 31 du listing).

- Enregistrer cette valeur A dans les accumulateurs A et B en appuyant successivement sur les boutons registre de données (à gauche) et accumulateurs A et B (lignes n° 32, 33 et 34 du listing).

II b.2	Comparaison de {NON (A ET B)} avec {(NON A) OU (NON B)} - fin	II b.2

```
35  Adresse 001 Selectionnee                    3:3

36  Adresse 010 Selectionnee                   13:D

37  Adresse 011 Selectionnee                   12:C

38  Adresse 100 Selectionnee                    0:0

39  Reg. de transf. - -> Bus de donnees         5:5

40  Bus de donnees - -> Case Memo. 100          5:5

41  Bus de donnees - -> Accumulateur A          5:5
    Vous realisez une fonction NAND

42  Adresse 011 Selectionnee                   12:C

43  Case Memo. 011 - -> Bus de donnees         12:C

44  Bus de donnees - -> Accumulateur B         12:C
    Vous realisez une fonction NAND

45  Port d'entree - -> Bus de donnees           2:2

46  Bus de donnees - -> Reg.d'instr.            2:2
    Vous realisez une fonction OU (OR)

47  Reg. de transf. - -> Bus de donnees        13:D

48  Adresse 100 Selectionnee                    5:5

49  Adresse 101 Selectionnee                   13:D

50  Reg. de transf. - -> Bus de donnees        13:D

51  Bus de donnees - -> Case Memo. 101         13:D

52  Bus de donnees - -> Port de sortie         13:D
```

Listing		Listing

- L'opérateur étant encore enregistré (fonction NAND) dans le registre d'instructions, il est possible d'enregistrer ce résultat à l'adresse 100. Le résultat de l'opération NON A est 0101.

- Sélectionner l'adresse 100 en appuyant quatre fois sur le bouton noir situé sous numéro de case active (lignes n° 35, 36, 37 et 38 du listing).

- Enregistrer la valeur trouvée (0101) à l'adresse 100.

- Appuyer successivement sur les boutons registre de transfert et registre de données (lignes n° 39 et 40 du listing).

- Enregistrer cette valeur de NON A dans l'accumulateur A (ligne n° 41 du listing).

- Enregistrer la valeur de NON B dans l'accumulateur B. Dans un premier temps, sélectionner l'adresse où est cette valeur NON B, c'est-à-dire 011 en appuyant une fois sur le bouton situé au-dessus de numéro de case active (ligne n° 42).

- Enregistrer cette valeur dans l'accumulateur B en appuyant sur les boutons registre de données et accumulateur B (lignes n° 43 et 44 du listing).

- Introduire l'opérateur OU codé 0010 et le mettre d'abord au niveau du port d'entrée (lignes n° 45 et 46 du listing).

- Le résultat de l'opération apparait au-dessous du registre de transfert et vaut 1101. Enregistrer cette valeur à l'adresse 101 de la mémoire.

- Appuyer sur registre de transfert (ligne n° 47).

- Sélectionner l'adresse 101 en appuyant deux fois sur le bouton situé au-dessous de numéro de case active (lignes n° 48 et 49 du listing).

- Enregistrer cette valeur en 101 et la transporter également jusqu'au port de sortie (lignes n° 50, 51 et 52 du listing).

Comparaison des résultats

Les résultats des deux opérations sont en :

010 pour C = NON (A ET B)

et en

101 pour D = (NON A) OU (NON B)

Pour C, la réponse est 1101.
Pour D, la réponse est 1101.

Nous venons donc, de démontrer avec l'ORDINALAB que ces deux opérations sont égales.

II c.1

Calcul de
{ [(A ET B) OU (C ET D)] OU [(E ET F) OU (A ET D)] }

II c.1

ORDINALAB

Mode:Sequencement Manuel.

Entrez vos donnees par le port d'entree,
puis faites les circuler.

1	Port d'entree - -> Bus de donnees	12:C
2	Bus de donnees - -> Accumulateur Vous realisez une fonction egalite sur A	12:C
3	Port d'entree - -> Bus de donnees	14:E
4	Bus de donnees - -> Accumulateur B Vous realisez une fonction egalite sur A	14:E
5	Port d'entree - -> Bus de donnees	3:3
6	Bus de donnees - -> Reg.d'instr. Vous realisez une fonction ET (AND)	3:3
7	Reg. de transf.- -> Bus de donnees	12:C
8	Bus de donnees - -> Case Memo. 000	12:C
9	Port d'entree - -> Bus de donnees	13:D
10	Bus de donnees - -> Accumulateur A Vous realisez une fonction ET (AND)	13:D
11	Port d'entree - -> Bus de donnees	9:9
12	Bus de donnees - -> Accumulateur B Vous realisez une fonction ET (AND)	9:9
13	Adresse 001 Selectionnee	0:0
14	Reg. de transf. - -> Bus de donnees	9:9
15	Bus de donnees - -> Case Memo. 001	9:9
16	Port d'entree - -> Bus de donnees	11:B
17	Bus de donnees - -> Accumulateur A Vous realisez une fonction ET (AND)	11:B
18	Port d'entree - -> Bus de donnees	10:A
19	Bus de donnees - -> Accumulateur B Vous realisez une fonction ET (AND)	10:A

Listing

Listing

II.c - Applications faisant intervenir six informations différentes

II c.1 - Calculer

[(A ET B) OU (C ET D)] OU [(E ET F) OU (A ET D)]

avec A = 1100 B = 110 C = 1101

D = 1001 E = 1011 F = 1010

Méthodologie :

1) Calculer les opérations A ET B, C ET D, E ET F, A ET D et stocker chacune de ces informations en mémoire.

2) Reprendre chacun des résultats comme une information et appliquer les opérateurs OU.

3) Stocker le résultat et le présenter au niveau du port de sortie.

Calcul des opérations élémentaires

- Afficher la valeur de A et stocker cette valeur dans l'accumulateur A (A = 1100) (lignes n° 1 et 2 du listing).

- Afficher la valeur de B (B = 1110) et mettre cette valeur dans l'accumulateur B (lignes n° 3 et 4 du listing).

- Mettre la valeur codée de l'opérateur ET (0011) dans le registre d'instructions (lignes n° 5 et 6 du listing).

La réponse apparait sous le registre de transfert et vaut (1100).

- Stocker cette information à l'adresse 000 (lignes n° 7 et 8 du listing).

- Afficher la valeur de C (1101) et la stocker dans l'accumulateur A (lignes n° 9 et 10 du listing).

- Afficher la valeur de D (1001) et la stocker dans l'accumulateur B (lignes n° 11 et 12 du listing).

L'opérateur ET est encore codé dans le registre d'instructions, le résultat de l'opération apparait sous le registre de transfert.

- Transporter cette valeur et la stocker en l'adresse 001 de la mémoire. Il faut donc sélectionner dans un premier temps, l'adresse 001 en appuyant sur le bouton situé au-dessous de numéro de case active (ligne n° 13 du listing).

- Stocker l'information contenue sous le registre de transfert (lignes n° 14 et 15 du listing).

A cette étape, nous avons donc les deux résultats des opérations ET aux adresses 000 et 001.

- Afficher la valeur de E (1011) et la stocker ensuite dans l'accumulateur A (lignes n° 16 et 17 du listing).

- Afficher la valeur de F (1010) et la stocker ensuite dans l'accumulateur B (lignes n° 18 et 19 du listing).

II c.1	Calcul de $\{[(A \text{ ET } B) \text{ OU } (C \text{ ET } D)]$ $\text{OU } [(E \text{ ET } F) \text{ OU } (A \text{ ET } D)]\} -$ suite	II c.1

20	Adresse 010 Selectionnee	0:0
21	Reg/ de transf. - -> Bus de donnees	10:A
22	Bus de donnees - -> Case Memo. 010	10:A
23	Port d'entree - -> Bus de donnees	12:C
24	Bus de donnees - -> Accumulateur A Vous realisez une fonction ET (AND)	12:C
25	Port d'entree - -> Bus de donnees	9:9
26	Bus de donnees - -> Accumulateur B Vous realisez une fonction ET (AND)	9:9
27	Adresse 011 Selectionnee	0:0
28	Reg. de transf. - -> Bus de donnees	8:8
29	Bus de donnees - -> Case Memo. 011	8:8
30	Bus de donnees - -> Accumulateur B Vous realisez une fonction ET (AND)	8:8
31	Adresse 010 Selectionnee	10:A
32	Case Memo. 010 - -> Bus de donnees	10:A
33	Bus de donnees - -> Accumulateur A Vous realisez une fonction ET (AND)	10:A
34	Port d'entree - -> Bus de donnees	2:2
35	Bus de donnees - -> Reg.d'instr. Vous realisez une fonction OU (OR)	2:2
36	Adresse 011 Selectionnee	8:8
37	Adresse 100 Selectionnee	0:0
38	Reg. de transf. - -> Bus de donnees	10:A
39	Bus de donnees - -> Case Memo. 100	10:A
40	Adresse 011 Selectionnee	8:8
41	Adresse 010 Selectionnee	10:A
42	Adresse 001 Selectionnee	9:9
43	Case Memo. 001 - -> Bus de donnees	9:9
44	Bus de donnees - -> Accumulateur B Vous realisez une fonction OU (OR)	9:9
45	Adresse 000 Selectionnee	12:C

Listing		Listing

L'opérateur ET est encore dans le registre d'instructions, le résultat de cette opération apparait donc sous le registre de transfert et vaut (1010).

- Sélectionner l'adresse 010 en appuyant sur le bouton situé au-dessous de numéro de case active (ligne n° 20 du listing).

- Stocker le résultat de l'opération (E ET F) à cette adresse (lignes n° 21 et 22 du listing).

- Afficher la valeur de A (1100) et la stocker dans l'accumulateur A (lignes n° 23 et 24 du listing).

- Afficher la valeur de D (1001) et la stocker dans l'accumulateur B (lignes n° 25 et 26 du listing).

- Sélectionner l'adresse 011 en appuyant sur le bouton situé au-dessous de numéro de case active (ligne n° 27 du listing).

L'opérateur ET étant encore enregistré dans le registre d'instructions, le résultat de cette opération apparait donc immédiatement sous le registre de transfert. Stocker cette valeur en mémoire à l'adresse 011 (lignes n° 28 et 29 du listing).

A ce niveau de résolution, nous sommes donc en présence des informations suivantes :

A ET B	Stockée à l'adresse 000	Information 1100
C ET D	Stockée à l'adresse 001	Information 1001
E ET F	Stockée à l'adresse 010	Information 1010
A ET D	Stockée à l'adresse 011	Information 1000

Application des opérations OU sur ces informations

L'information (A ET D) existant sur le bus de données, il est facile de l'enregistrer immédiatement dans l'accumulateur B (ligne N° 30 du listing).

- Sélectionner l'adresse 010 où se trouve l'information (E ET F) en appuyant sur le bouton situé au-dessus de numéro de case active (ligne n° 31 du listing).

- Prendre cette information située en 010 et la stocker dans l'accumulateur A (lignes n° 32 et 33 du listing).

- Mettre la valeur codée de l'opérateur OU (0010) dans le registre d'instructions après l'avoir affichée au niveau du port d'entrée (lignes n° 34 et 35 du listing).

Le résultat de l'opération OU apparait sous le registre de transfert.

- Sélectionner l'adresse 100 en appuyant deux fois sur le bouton situé au-dessous de numéro de case active (lignes n° 36 et 37 du listing).

- Enregistrer le résultat de cette opération à l'adresse 100 en appuyant successivement sur les boutons registre de transfert et registre de données (lignes n° 38 et 39 du listing).

- Sélectionner l'adresse 001 dans laquelle se trouve le résultat de l'opération (C ET D) (lignes n° 40, 41 et 42 du listing). Il faut appuyer sur le bouton au-dessus de numéro de case active.

- Enregistrer cette valeur contenue à l'adresse 001 dans l'accumulateur B (registre de données et accumulateur B) (lignes n° 43 et 44 du listing).

- Sélectionner l'adresse 000 en appuyant sur le bouton situé au-dessus de numéro de case active (lignes n° 45 du listing).

II c.1	Calcul de $\{[(A \text{ ET } B) \text{ OU } (C \text{ ET } D)] \text{ OU } [(E \text{ ET } F) \text{ OU } (A \text{ ET } D)]\} -$ fin	II c.1

```
46   Case Memo. 000 - -> Bus de donnees  12:C

47   Bus de donnees - -> Accumulateur A  12:C
     Vous realisez une fonction OU (OR)

48   Adresse 001 Selectionnee              9:9

49   Adresse 010 Selectionnee             10:A

50   Adresse 011 Selectionnee              8:8

51   Adresse 100 Selectionnee             10:A

52   Adresse 101 Selectionnee              0:0

53   Reg. de transf. - -> Bus de donnees  13:D

54   Bus de donnees - -> Case Memo. 101   13:D

55   Bus de donnees - -> Accumulateur B   13:D
     Vous realisez une fonction OU (OR)

56   Adresse 100 Selectionnee             10:A

57   Case Memo. 100 - -> Bus de donnees   10:A

58   Bus de donnees - -> Accumulateur A   10:A
     Vous realisez une fonction OU (OR)

59   Adresse 101 Selectionnee             13:D

60   Adresse 110 Selectionnee              0:0

61   Reg. de transf. - -> Bus de donnees  15:F

62   Bus de donnees - -> Case Memo. 110   15:F

63   Bus de donnees - -> Port de sortie   15:F
```

Listing		Listing

- A l'adresse 000, se trouve le résultat de l'opération A ET B, il suffit maintenant de mettre cette valeur dans l'accumulateur A (lignes n° 46 du 47 du listing).

L'opérateur OU étant encore codé dans le registre d'instructions, le résultat de cette opération apparait sous le registre de transfert.

Cette information peut être stockée immédiatement dans B et mise en mémoire à l'adresse 101.

- Sélectionner l'adresse 101 dans un premier temps. Appuyer sur le bouton situé au-dessous de numéro de case active (lignes n° 48, 49, 50, 51 et 52 du listing).

- Stocker le résultat de l'opération contenue dans le registre de transfert à l'adresse 101 et dans l'accumulateur B (lignes n° 53, 54 et 55 du listing).

- Sélectionner l'adresse 100 en appuyant sur le bouton situé au-dessus de numéro de case active (ligne n° 56 du listing).

- Enregistrer l'information contenue en 100 qui correspond à l'opération OU de [(E ET F) OU (A ET D)] dans l'accumulateur A (lignes n° 57 et 58 du listing).

Le résultat final de l'opération apparait immédiatement sous le registre de transfert, car l'opérateur OU est toujours enregistré dans le registre d'instructions.

L'information attendue est donc 1111 et peut être mémorisée à l'adresse 110 de la mémoire et être affichée également au niveau du port de sortie.

- Sélectionner l'adresse 110 avant de stocker l'information (lignes n° 59 et 60) en appuyant deux fois sur le bouton situé sous numéro de case active.

- Stocker cette information finale à l'adresse 110 et la mettre au niveau du port de sortie (lignes n° 61, 62 et 63 du listing).

II. c. 2 - Calculer avec Ordinalab

{(NON A ET NON B)OU [D ET (NON A OU NON B)]}

avec : A = 1100 B = 1110 C = 1101
D = 1001 E = 1011 F = 1010

Méthodologie :

1) Calculer NON A ainsi que NON B et stocker le résultat en mémoire. Appliquer l'opérateur OU à (NON A OU NON B) et ensuite, l'opérateur ET avec D. Stocker le résultat.

2) Appliquer l'opérateur ET à (NON A ET NON B) et l'opérateur OU au résultat du paragraphe précédent.

3) Stocker le résultat final et le présenter au niveau du port de sortie.

Calcul de NON A NON B et du résultat entre crochets :

[D ET (NON A OU NON B)]

II c.2

Calcul de : {(NON A ET NON B) OU [D ET(NON A OU NON B)]}

II c.2

ORDINALAB

Mode:Sequencement Manuel.

Entrez vos donnees par le port d'entree, puis faites les circuler.

1	Port d'entree - -> Bus de donnees	12:C
2	Bus de donnees - -> Accumulateur Vous realisez une fonction egalite sur A	12:C
3	Port d'entree - -> Bus de donnees	1:1
4	Bus de donnees - -> Reg.d'instr. Vous realisez une fonction Non A	1:1
5	Reg. de transf. - -> Bus de données	3:3
6	Bus de donnees - -> Case Memo. 000	3:3
7	Port d'entree - -> Bus de donnees	14:E
8	Bus de donnees - -> Accumulateur A Vous realisez une fonction Non A	14:E
9	Adresse 001 Selectionnee	0:0
10	Reg. de transf. - -> Bus de donnees	1:1
11	Bus de donnees - -> Case Memo. 001	1:1
12	Bus de donnees - -> Accumulateur B Vous realisez une fonction Non A	1:1
13	Adresse 000 Selectionnee	3:3
14	Case Memo. 000 - -> Bus de donnees	3:3
15	Bus de donnees - -> Accumulateur A Vous realisez une fonction Non A	3:3
16	Port d'entree - -> Bus de donnees	2:2
17	Bus de donnees - -> Reg.d'instr. Vous realisez une fonction OU (OR)	2:2
18	Adresse 001 Selectionnee	1:1
19	Adresse 010 Selectionnee	0:0
20	Reg. de transf. - -> Bus de donnees	3:3
21	Bus de donnees - -> Case Memo. 010	3:3
22	Port d'entree - -> Bus de donnees	3:3
23	Bus de donnees - -> Reg.d'instr. Vous realisez une fonction ET (AND)	3:3
24	Reg. de tranf. - -> Bus de donnees	1:1
25	Bus de donnees - -> Accumulateur A Vous realisez une fonction ET (AND)	1:1
26	Case Memo. 010 - -> Bus de donnees	3:3
27	Bus de donnees - -> Accumulateur B Vous realisez une fonction ET (AND)	3:3

Listing

Listing

- Afficher la valeur de A au niveau du port d'entrée et stocker cette valeur dans l'accumulateur A (lignes n° 1 et 2 du listing).

- Mettre la valeur codée de l'opérateur n° A (0001) dans le registre d'instructions (lignes n° 3 et 4 du listing).

- Ce résultat peut être stockée à l'adresse 000 de la mémoire (lignes n° 5 et 6 du listing).

- Afficher la valeur de B au niveau de port d'entrée et mettre cette information dans l'accumulateur A (lignes n° 7 et 8 du listing).

- L'opérateur n° A étant déjà enregistré, le résultat NON A apparait donc immédiatement sous le registre de transfert et vaut 0001.

- Sélectionner l'adresse 001 de la mémoire en appuyant sur le bouton situé au-dessous de numéro de case active (ligne n° 9 du listing).

- Enregistrer le résultat de la fonction NON B à l'adresse 001 en appuyant sur le bouton registre de transfert et celui registre de données (lignes n° 10 et 11 du listing).

- Mettre l'information NON B dans l'accumulateur B (ligne n° 12 du listing).

- Sélectionner l'adresse 000 en appuyant sur le bouton situé au-dessus de numéro de case active (ligne n° 13 du listing).

- Mettre le contenu NON A dans l'accumulateur A (lignes n° 14 et 15 du listing).

- Mettre la valeur codée de l'opérateur OR (0010) dans le registre d'instructions (lignes n° 16 et 17 du listing).

Le résultat de cette fonction apparait sous le registre de transfert et peut être stocké à l'adresse 010.

- Sélectionner l'adresse 010 en appuyant deux fois sur le bouton situé sous numéro de case active (lignes n° 18 et 19 du listing).

- Enregistrer le résultat de cette opération OR à l'adresse 010 de la mémoire (lignes n° 20 et 21 du listing).

Calcul du résultat demandé

Les informations NON A et NON B étant enregistrées dans les accumulateurs A et B, il suffit dans un premier temps, d'afficher la valeur du code ET dans le registre d'instructrions.

- Afficher la valeur du code opérateur ET (0011) dans le registre d'instructions (lignes n° 22 et 23 du listing).

Le résultat de cette opération apparait sous le registre de transfert et vaut 0001. Cette information peut être mise immédiatement dans l'accumulateur A.

- Appuyer sur les boutons registre de transfert et accumulateur A (lignes n° 24 et 25 du listing).

- L'adresse 010 étant encore sélectionnée, il est possible d'enregistrer immédiatement son contenu dans l'accumulateur B. Appuyer successivement sur les boutons registre de données et accumulateur B (lignes n° 26 et 27 du listing).

Comme il est demandé une fonction OU entre ces deux informations, il faut donc afficher au niveau du

II c.2	Calcul de : {(NON A ET NON B) OU [D ET(NON A OU NON B)]} fin	II c.2

28	Port d'entree - -> Bus de donnees	2:2
29	Bus de donnees - -> Reg.d'instr. Vous realisez une fonction OU (OR)	2:2
30	Adresse 011 Selectionnee	0:0
31	Reg. de tranf. - -> Bus de donnees	3:3
32	Bus de donnees - -> Case Memo. 011	3:3
33	Bus de donnees - -> Port de sortie	3:3

Listing

Listing

registre d'instructions, le code opérateur OR, c'est-à-dire (0010) (lignes n° 28 et 29 du listing).

Le résultat apparait sous le registre de transfert.

Stockage et présentation du résultat

Ce résultat peut être stocké en l'adresse 011. Sélectionner cette adresse en appuyant sur le bouton situé au-dessous de numéro de case active (ligne n° 30 du listing).

Enregistrer la valeur finale en appuyant sur les boutons registre de transfert et registre de données (lignes n° 31, 32 du listing).

Présenter ce résultat dans le port de sortie (ligne n°33)

Le résultat est 0011.

NON A

⚠ opération effectuée. opération avec D oubliée.

TRAVAUX PRATIQUES
MODE PROGRAMME

I - Organigramme et algorithme p 69
- a - Une suite d'actions simples à exécuter les unes après les autres
- b - Répétition systématique d'une suite d'action à exécuter
- c - Choix entre deux ensembles d'actions à exécuter

II - La programmation p 73

III - Mode "programme" sur l'Ordinalab p 73

IV - Exemple de programmes réalisables avec l'Ordinalab p 79
- a - Construction de la fonction "NOR" par programme
- b - Multiplication par trois
- c - Division a / b
- d - Vérification du code binaire naturel

Leçon 4
Travaux pratiques
Mode programme

I - ORGANIGRAMME ET ALGORITHME

Il s'agit de définir toutes les étapes à parcourir pour atteindre le but fixé. Examinons ce qui se passe dans la réalité.

Exemple :

Vous décidez de partir en vacances au mois d'Août au Mexique. Quelles sont les démarches à réaliser et dans quel ordre.

a) Evaluer la somme d'argent nécessaire à un tel voyage.

b) Rassembler l'argent

c) Choisir entre un voyage individuel (1) ou un voyage en groupe (2) :

(1) Etablir son circuit et choisir le ou les moyens de locomotion pour le parcourir
- acheter le billet d'avion
- réserver pour l'arrivée hôtel et voiture

(2) Choisir un circuit organisé dans une agence
- réserver sa place dans le groupe

d) Qu'il s'agisse d'un voyage individuel ou en groupe, il faut faire établir son passeport au commissariat de police.

e) Aller à l'ambassade du Mexique pour obtenir son visa.

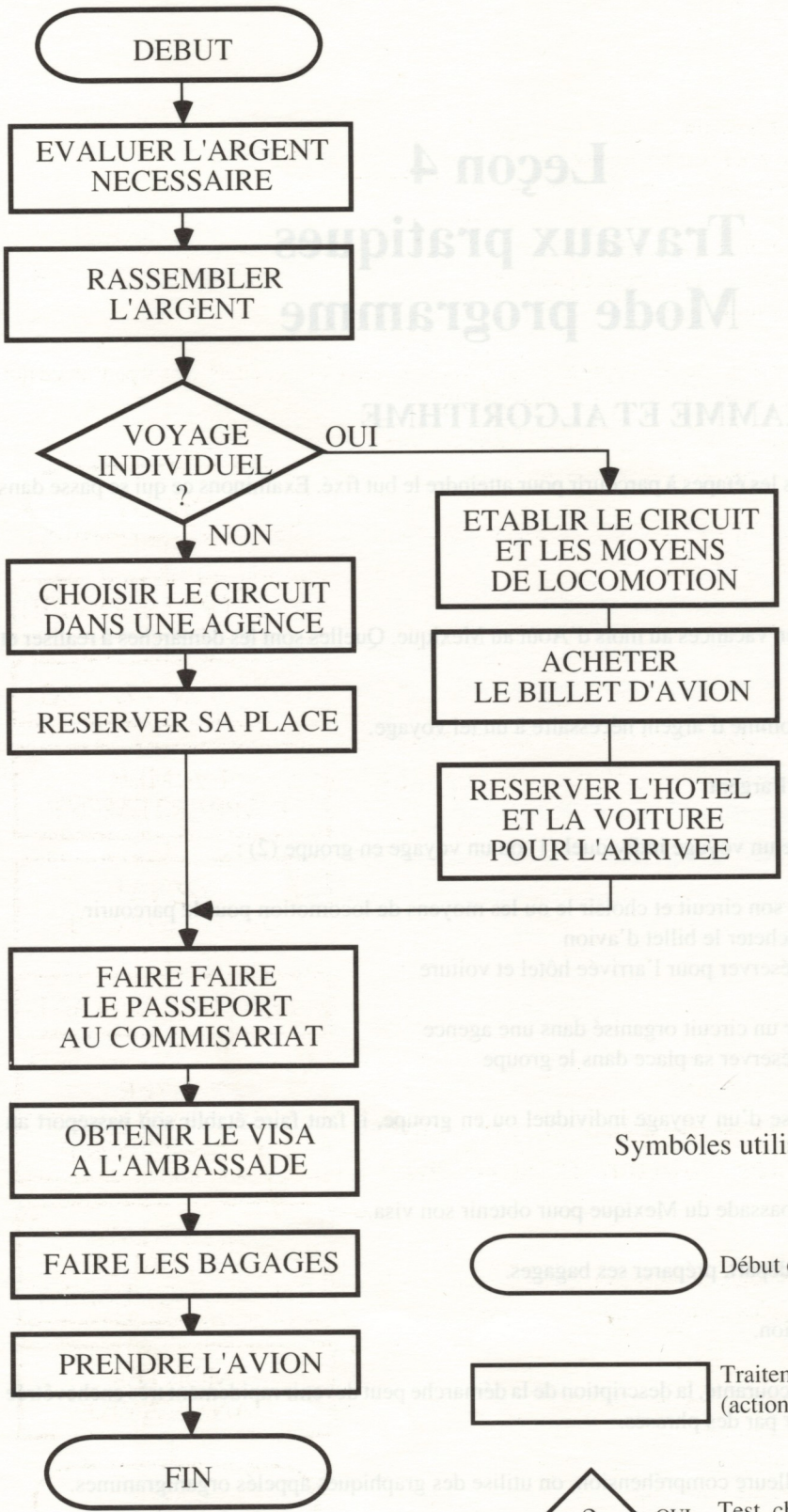
f) La veille du départ, préparer ses bagages.

g) Prendre l'avion.

Dans cet exemple de vie courante, la description de la démarche peut devenir rapidement très enchevêtrée donc difficile à exprimer par des phrases.

Pour parvenir à une meilleure compréhension, on utilise des graphiques appelés organigrammes.

Un organigramme est la représentation graphique de l'analyse et de la résolution d'un problème. Ce graphique s'établit à l'aide de dessins ayant chacun leur signification propre : ce sont des symboles.



Symbôles utilisés

Début ou fin d'un programme

Traitement (action à executer)

? OUI NON

Test, choix, décision auxquelles ne correspondent que deux réponses OUI NON

En examinant l'organigramme précédent représentant notre exemple, on constate que chaque étape peut être détaillée.

Exemple :

Prendre l'avion :
- mettre le réveil le matin
- appeler un taxi pour une heure précise
- fermer l'appartement et sortir les bagages
- prendre le taxi
- passer les contrôles à l'aéroport
- se rendre à la bonne salle d'embarquement
- monter dans l'avion

Ces étapes peuvent elles-mêmes se décomposer en gestes courants que l'on exécute sans y penser, ce qui conduit à écrire des organigrammes de plus en plus détaillés.

Cet ensemble d'étapes (processus), plus ou moins détaillées, représenté par l'organigramme constitue un algorithme.

Un algorithme est un ensemble de règles en nombre fini qui permettent d'obtenir un résultat déterminé.

Il y a trois structures de raisonnement que l'on retrouve couramment dans les algorithmes :

I.a) Une suite d'actions simples à exécuter les unes après les autres (structure d'enchainement)

Exemple : prendre l'avion

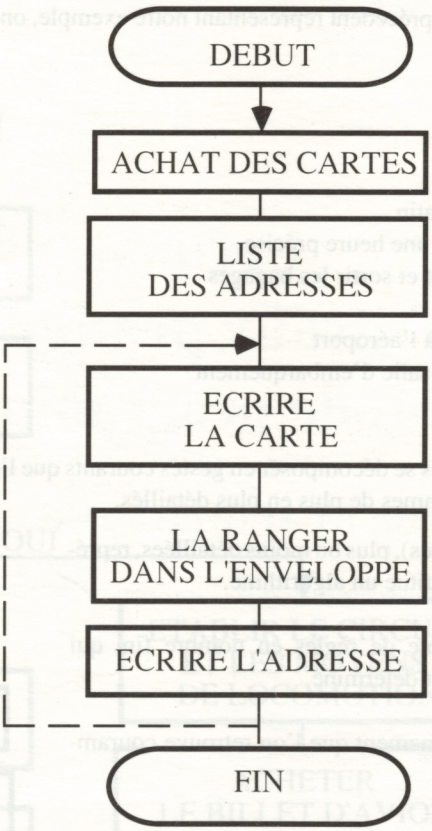
Organigramme ci-contre

I.b) Répétition systématique d'une suite d'actions à exécuter (structure itérative, boucle)

Exemple : On envoie des cartes de Noël à dix amis. Les actions à exécuter (ensemble des règles à suivre) sont les suivantes :

- acheter les cartes
- prendre la liste des adresses
- répéter pour chaque ami
  - . écrire la carte
  - . la mettre dans l'enveloppe
  - . écrire l'adresse

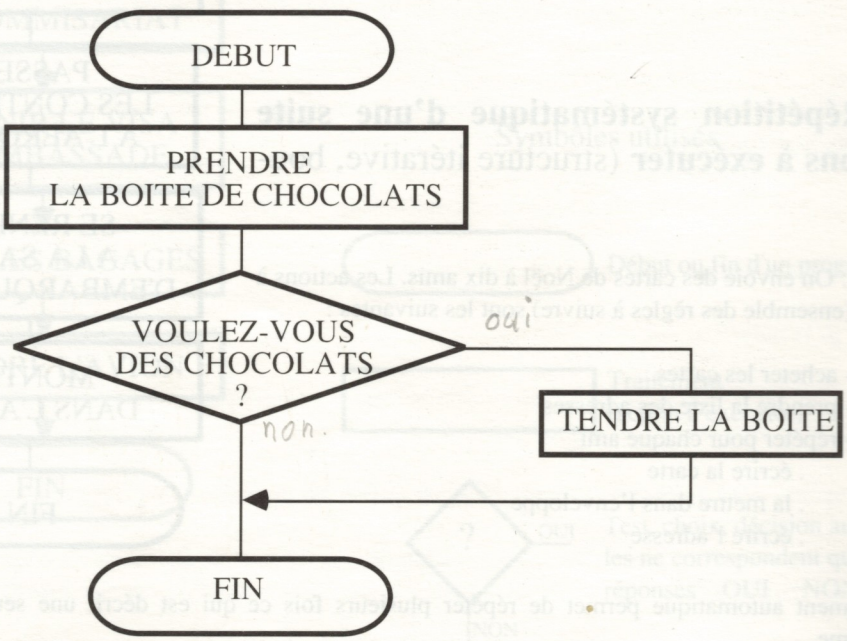
Un traitement automatique permet de répéter plusieurs fois ce qui est décrit une seule fois dans l'algorithme.



I.c) Choix entre deux ensembles d'actions à exécuter (structure alternative)

Exemple : On propose des chocolats à des invités de Noël.

Question : Voulez-vous des chocolats ?
Réponse : OUI ou NON



Ces trois structures peuvent se combiner autant de fois qu'il est nécessaire pour résoudre un problème.

II - LA PROGRAMMATION

L'ordinateur ne comprend pas encore le langage tel que nous le parlons. Nous avons vu qu'il travaille en binaire, c'est le langage machine. Ce langage est long à écrire, aussi les constructeurs d'ordinateurs ont-ils cherché à créer des langages de communication avec la machine, plus proche de notre langage. Les langages évolués proches de l'anglais, puisque pour la plupart conçus aux Etats-Unis, sont très éloignés du langage machine. Ils sont traduits en langage machine par le compilateur. Pour pouvoir utiliser un langage évolué avec un ordinateur, il faut donc avoir à sa disposition un compilateur.

Les langages sont constitués de mots (ordres) dont la signification est bien définie. Ces langages suivent des règles d'orthographe et de syntaxe précises comme tout langage.

Exemples de langages évolués :

FORTRAN — orienté vers des applications scientifiques

COBOL — orienté vers des applications de gestion sur gros ordinateurs

BASIC, PASCAL — utilisé sur les micro-ordinateurs

Un programme écrit dans un langage évolué est théoriquement transportable d'un ordinateur à un autre si l'on possède le compilateur correspondant.

Pour pouvoir se servir des langages évolués, c'est-à-dire entrer les programmes et les manipuler, il faut fournir un certain nombre d'ordres à l'ordinateur ; ceci se fait grâce à un langage de commande.

III - MODE «PROGRAMME» SUR L'ORDINALAB

Dans le mode séquencement normal, les exemples traités peuvent paraitre un peu fastidieux, car il faut déplacer les informations initiales ou finales et parfois les mémoriser momentanément. Avec le mode programme et après une analyse du problème posé et la représentation graphique ou organigramme de celui-ci, il devient possible d'automatiser ces séquences, c'est-à-dire ne plus intervenir manuellement pour chacune d'elles.

III.a - Présentation des fonctions liées au séquencement automatique

Nous allons d'abord enregistrer les codes des fonctions arithmétiques et logiques dans la mémoire comme l'indique le tableau ci-contre :

Case N°	Valeur enregistrée du code	Fonction
0 0 0	0 0 0 0	A
0 0 1	0 0 0 1	NO A
0 1 0	0 0 1 0	OR
0 1 1	0 0 1 1	AND
1 0 0	0 1 0 0	NAND
1 0 1	0 1 0 1	X OR
1 1 0	0 1 1 0	A plus A
1 1 1	0 1 1 1	A plus B

III.a

Fonctions liées au séquencement automatique

III.a

ORDINALAB

Mode:Sequencement Manuel.

Entrez vos donnees par le port d'entree,
puis faites les circuler.

1 Adresse 001 Selectionnee 0:0

2 Port d'entree - -> Bus de donnees 1:1

3 Bus de donnees - -> Case Memo. 001 1:1

4 Adresse 010 Selectionnee 0:0

5 Port d'entree - -> Bus de donnees 2:2

6 Bus de donnees - -> Case Memo. 010 2:2

7 Adresse 011 Selectionnee 0:0

8 Port d'entree - -> Bus de donnees 3:3

9 Bus de donnees - -> Case Memo. 011 3:3

10 Adresse 100 Selectionnee 0:0

11 Port d'entree - -> Bus de donnees 4:4

12 Bus de donnees - -> Case Memo. 100 4:4

13 Adresse 101 Selectionnee 0:0

14 Port d'entree - -> Bus de donnees 5:5

15 Bus de donnees - -> Case Memo. 101 5:5

16 Adresse 110 Selectionnee 0:0

17 Port d'entree - -> Bus de donnees 6:6

18 Bus de donnees - -> Case Memo. 110 6:6

19 Adresse 111 Selectionnee 0:0

20 Port d'entree - -> Bus de donnees 7:7

21 Bus de donnees - -> Case Memo. 111 7:7

22 Port d'entree - -> Bus de donnees 3:3

23 Bus de donnees - -> Accumulateur A 3:3
Vous realisez une fonction egalite sur A

24 Port d'entree - -> Bus de donnees 10:A

25 Bus de donnees - -> Accumulateur B 10:A
Vous realisez une fonction egalite sur A

26 Adresse 000 Selectionnee 0:0

27 Port d'entree - -> Bus de donnees 9:9

appui sur le bouton du registre d'instruction

ORDINALAB

Mode:Sequencement Automatique.
Notion de programme.

Appui sur ↑ au départ et à l'issue de
chaque realisation de code operatoire.

28 Adresse 000 Selectionnee 0:0
29 - -> realisation du code operatoire 0000
30 - -> Transfert de A dans Port de sortie
31 Case Memo. 000 - -> Bus de donnees 0:0
32 Bus de donnees - -> Reg.d'instr. 0:0
Vous realisez une fonction egalite sur A
33 Reg. de transf. - -> Bus de donnees 3:3
34 Bus de donnees - -> Port de sortie 3:3

35 Adresse 001 Selectionnee 1:1
36 - -> realisation du code operatoire 0001
37 - -> Fonction Non A,resultat dans A
38 Case Memo. 001 - -> Bus de donnees 1:1
39 Bus de donnees - -> Reg.d'instr. 1:1
Vous realisez une fonction Non A
40 Reg. de transf.- -> Bus de donnees 12:C
41 Bus de donnees - -> Accumulateur A 12:C

42 Adresse 010 Selectionnee 2:2
43 - -> realisation du code operatoire 0010
- -> Fonction OU (OR),resultat dans A
44 Case Memo. 010 - -> Bus de donnees 2:2
45 Bus de donnees - -> Reg.d'instr. 2:2
Vous realisez une fonction OU (OR)
46 Reg. de transf. - -> Bus de donnees 14:E
47 Bus de donnees - -> Accumulateur A 14:E
Vous realisez une fonction OU (OR)

Listing

Listing

Vous savez maintenant enregistrer les valeurs codées aux différentes adresses. Ces différentes opérations correspondent aux lignes (n° 1 à 21 du listing).

Avant de passer en mode séquencement automatique, enregistrons les valeurs 0011 dans l'accumulateur A et 1010 dans l'accumulateur B (lignes n° 22 à 25 du listing).

Sélectionner la mémoire 000 (ligne n° 26). Afficher la valeur 1001 au niveau du registre d'entrée et mettre cette valeur dans le registre d'instructions (ligne n° 27).

A partir de ce moment, vous vous retrouvez en mode séquencement automatique.

Il faudra maintenant appuyer sur la flèche ↑ située au-dessus denuméro de case active au départ et à l'issue de chaque réalisation de code opératoire. L'adresse 000 est automatiquement sélectionnée.

Appuyer sur ↑ située au-dessus de numéro decase active (en réalité, c'est le bouton noir situé à côté de la flèche ↑).

1) L'adresse 000 est sélectionnée automatiquement et il y a réalisation du code opératoire 0000 sélectionné à cette adresse. Vous pouvez suivre sur l'Ordinalab, le cheminement de la valeur A jusqu'au port de sortie (lignes n° 28 à 34 du listing).

Il aura donc suffit d'appuyer sur la flèche ↑ pour effectuer automatiquement un ensemble de gestes séquentiels pour arriver au même résultat.

2) L'adresse 001 est sélectionnée

Appuyer sur la flèche ↑ située au-dessus de numéro de case active.

Réalisation du code opératoire 0001 et fonction NON A avec mémorisation du résultat NON A dans l'accumulateur A.

Il est possible de bien suivre le chemin de l'information A, transformée en NON A et stockée dans l'accumulateur A.

A = 0011 dans l'accumulateur A, NON A = 1100.

Remarque : *Puisque l'opérateur NON A est encore enregistré dans le registre d'instructions, il est logique de retrouver dans le registre de transfert, l'information contraire de l'accumulateur A, c'est-à-dire NON (NON A) donc on retrouve A dans le registre de transfert si on a NON A dans l'accumulateur A (lignes n° 35 à 41 du listing).*

3) Adresse 010 sélectionnée

Réalisation du code opératoire OU et le résultat est mis dans l'accumulateur A. L'information contenue dans l'accumulateur A vaut 1100. Celle contenue dans l'accumulateur B vaut 1010. La fonction OU appliquée doit donc pouvoir proposer le résultat suivant : **1110.** Valeur que nous retrouvons automatiquement dans le registre de transfert, le bus de données et l'accumulateur A.

Remarque : *La fonction OU existant encore dans le registre d'instructions, il est logique de retrouver la même valeur maintenant dans le registre de transfert, car la fonction OU appliquée à 1110 et 1010 est bien 1110 (lignes n° 42 à 47 du listing).*

III.a

Fonctions liées au séquencement automatique - suite

III.a

```
48   Adresse 011 Selectionnee                3:3
49   - -> realisation du code operatoire     0011
     - -> Fonction ET (AND),resultat dans A
50   Case Memo. 011 - -> Bus de donnees      3:3
51   Bus de donnees - -> Reg.d'instr.        3:3
     Vous realisez une fonction ET (AND)
52   Reg. de transf. - -> Bus de donnees     10:A
53   Bus de donnees - -> Accumulateur A      10:A
     Vous realisez une fonction ET (AND)

54   Adresse 100 Selectionnee                4:4
55   - -> realisation du code operatoire     0100
     - -> Fonction NAND,resultat dans A
56   Case Memo. 100 - -> Bus de donnees      4:4
57   Bus de donnees - -> Reg.d'instr.        4:4
     Vous realisez une fonction NAND
58   Reg. de transf. - -> Bus de donnees     5:5
59   Bus de donnees - -> Accumulateur A      5:5
     Vous realisez une fonction NAND

60   Adresse 101 Selectionnee                5:5
61   - -> realisation du code operatoire     0101
     - -> Fonction OU exclusif,resultat dans A
62   Case Memo. 101 - -> Bus de donnees      5:5
63   Bus de donnees - -> Reg.d'instr.        5:5
     Vous realisez une fonction OU exclusif

64   Reg. de transf. - -> Bus de donnees     15:F
65   Bus de donnees - -> Accumulateur A      15:F
     Vous realisez une fonction OU exclusif

66   Adresse 110 Selectionnee                6:6
```

ORDINALAB

Mode:Sequencement Manuel.

Entrez vos donnees par le port d'entree,
puis faites les circuler.

```
67   Port d'entree —> Bus de donnees         7:7

68   Bus de donnees - -> Accumulateur A      7:7
     Vous realisez une fonction A PLUS A

69   Port d'entree - -> Bus de donnees       6:6

70   Bus de donnees - -> Accumulateur B      6:6
     Vous realisez une fonction A PLUS A

71   Port d'entree - -> Bus de donnees       9:9
```

Listing

Listing

4) Adresse 011 sélectionnée

Réalisation de la fonction ET entre les informations 1110 et 1010. Le résultat de l'opération apparait successivement dans le registre de transfert, le bus de données et l'accumulateur A.

Le résultat est correct et il est logique d'obtenir les mêmes valeurs en :

- l'accumulateur A
- l'accumulateur B
- le registre de transfert

(lignes n° 48 à 53 du listing)

5) Adresse 100 sélectionnée

Réalisation de la fonction NAND avec transfert du résultat dans l'accumulateur A. Les deux valeurs de A et B étant égales (1010), le résultat de la fonction NAND qui est le contraire de la fonction ET vaut (0101).

Il est logique cependant, de trouver dans le registre de transfert 1111, car l'opérateur existant encore dans le registre d'instructions, la fonction NAND entre 0101 et 1010, aura pour résultat 1111. Si nous résonnons avec la fonction ET par exemple, entre ces deux valeurs, le résultat de ET sera : **0000** et le contraire **1111**, qui est bien le résultat attendu (lignes n° 54 à 59 du listing).

6) Adresse 101 sélectionnée

Réalisation automatique de la fonction OU exclusif et mise du résultat dans l'accumulateur A. Dans le cas particulier traité ici (0101) et (1010), il est évident que le résultat du OU exclusif est égal à celui de la fonction NAND, car l'intersection, c'est-à-dire la fonction ET, est égale à 0000.

Quant au résultat qui apparait dans le registre de transfert, il est correct, puisqu'il est le résultat de l'opération OU exclusif entre les informations 1111 et 1010, donc 0101 (lignes n° 60 à 66 du listing), car l'adresse 110 est sélectionnée.

7) Adresse 110 sélectionnée

L'opérateur enregistré en 110 étant l'opération plus entre A et A, il est souhaitable d'avoir dans l'accumulateur A une valeur inférieure ou égale à sept. Appuyer sur la flèche ↓ située au-dessous de numéro de case active, afin de revenir en mode séquencement manuel (bouton noir situé à côté de la flèche ↓).

Enregistrer la valeur 7, c'est-à-dire 0111 dans l'accumulateur A et la valeur 6, c'est-à-dire 0110 dans l'accumulateur B.

Entrer la valeur 1001 dans le registre d'entrée et sur le bus de données (lignes n° 67 à 71 du listing).

Appuyer sur registre d'instructions et vous retournez sur le mode séquencement automatique avec l'adresse 110 sélectionnée.

Appuyer sur la flèche ↑ située au-dessus de numéro de case active.

Réalisation de la fonction A + A avec pour valeur initiale dans A (sept, c'est-à-dire 0111). Le résultat dans A vaut 1110 (c'est-à-dire quatorze en décimal) est bien le résultat attendu.

III.a

Fonctions liées au séquencement automatique - fin

III.a

ORDINALAB

Mode:Sequencement Automatique.
Notion de programme.

Appui sur ↑ au depart et a l'issue de
chaque realisation de code operatoire.

72 Adresse 110 Selectionnee 6:6
73 - -> realisation du code operatoire 0110
- -> A PLUS A, resultat dans A
74 Case Memo. 110 - -> Bus de donnees 6:6
75 Bus de donnees - -> Reg.d'instr. 6:6
Vous realisez une fonction A PLUS A
76 Reg. de transf. - -> Bus de donnees 14:E
77 Bus de donnees - -> Accumulateur A 14:E
Vous realisez une fonction A PLUS A

78 Adresse 111 Selectionnee 7:7

ORDINALAB

Mode:Sequencement Automatique.
Notion de programme.

Appui sur ↑ au depart et a l'issue de
chaque realisation de code operatoire.

82 Adresse 111 Selectionnee 7:7
83 - -> realisation du code operatoire 0111
- -> A PLUS B , resultat dans A
84 Case Memo. 111 - -> Bus de donnees 7:7
85 Bus de donnees - -> Reg.d'instr. 7:7
Vous realisez une fonction A PLUS B
86 Reg. de transf. - -> Bus de donnees 11:B
87 Bus de donnees - -> Accumulateur A 11:B
Vous realisez une fonction A PLUS B

88 Adresse 000 Selectionnee 0:0

ORDINALAB

Mode:Sequencement Manuel.

Entrez vos donnees par le port d'entree,
puis faites les circuler.

79 Port d'entree - -> Bus de donnees 5:5

80 Bus de donnees - -> Accumulateur A 5:5
Vous realisez une fonction egalite sur A

81 Port d'entree - -> Bus de donnees 9:9

Listing

Listing

Remarque : *Le résultat obtenu dans le registre est faux, car l'opérateur + qui est encore enregistré va fournir pour résultat : 14 + 14 = 28 en décimal. Ce nombre 28 ne peut pas être codé par l'Ordinalab, car le nombre maximum est 15 en décimal, c'est-à-dire 1111 en binaire (lignes n° 72 à 78 du listing).*

8) Adresse 111 sélectionnée

Afin d'obtenir une somme A + B inférieure ou égale à 15, nous allons modifier la valeur contenue dans l'accumulateur A. Appuyer sur la flèche ↓ située au-dessous de numéro de case active afin de retourner en mode séquencement manuel.

Entrer la valeur 0101 (c'est-à-dire 5 en décimal) dans l'accumulateur A.

Mettre la valeur 1001 dans le registre d'entrée et dans le registre d'instructions ensuite. A partir de cet instant, vous vous retrouvez en mode séquencement automatique (lignes n° 79 à 81 du listing).

Appuyer sur la flèche ↑ afin de déclencher la procédure automatique.

Le résultat de l'opération A + B apparait donc dans l'accumulateur A et vaut (1011), c'est-à-dire 11 en décimal.

Quant au résultat enregistré dans le registre de transfert, il est faux, car l'addition de la nouvelle valeur de l'accumulateur A (11 en décimal) et de la valeur de l'accumulateur B (6 en décimal) fournit un résultat supérieur à 15 en décimal. (lignes n° 82 à 88 du listing).

Il reste encore une fonction à tester A MINUS B suivant la même procédure automatique et nous vous laissons, à titre d'exercice, l'effectuer vous-même.

Pour revenir en mode séquencement manuel, appuyer sur le bouton à côté de la flèche ↓ au-dessous de numéro de case active.

Ici la valeur 1010 (10 en décimal) dans l'accumulateur A et la valeur 0101 (5 en décimal) dans l'accumulateur B — J'enregistre le code de la fonction arithmétique et logique dans la mémoire à l'adresse 000 (je mets la valeur 1001 au registre d'entrée → registre d'instruction puis j'appuie sur la ↑

- Bus des données 1000
Registre d'instruction 1000
Registre de transfert 0101
Accumulateur A 0101
Registre de transfert 0000

(Ce qui est exact, car A moins B ou la nouvelle valeur de l'accumulateur A (5 en décimal) et la valeur de l'accumulateur B également (5 en décimal) fournit le résultat 0 en décimal = 0000 Binaire)

IV - EXEMPLES DE PROGRAMMES REALISABLES AVEC L'ORDINALAB

IV.a) Construction de la fonction «NOR» par programme

Rappelons que la fonction NI ou NOR se présente ainsi :

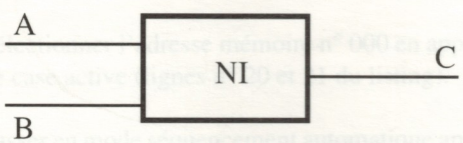


Table de vérité :

A	B	C
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

NOR est donc le complément à 1 de l'opération OU.

IV.a

Fonction NOR par programme

IV.a

ORDINALAB

Mode:Sequencement Manuel.

Entrez vos donnees par le port d'entree,
puis faites les circuler.

1	Port d'entree - -> Bus de donnees	9:9
2	Bus de donnees - -> Case Memo. 000	9:9
3	Adresse 001 Selectionnee	0:0
4	Port d'entree - -> Bus de donnees	11:B
5	Bus de donnees - -> Case Memo. 001	11:B
6	Adresse 010 Selectionnee	0:0
7	Port d'entree - -> Bus de donnees	10:A
8	Bus de donnees - -> Case Memo. 010	10:A
9	Adresse 011 Selectionnee	0:0
10	Bus de donnees - -> Case Memo. 011	10:A
11	Adresse 100 Selectionnee	0:0
12	Port d'entree - -> Bus de donnees	2:2
13	Bus de données - -> Case Memo. 100	2:2
14	Adresse 101 Selectionnee	0:0
15	Port d'entree - -> Bus de donnees	1:1
16	Bus de donnees - -> Case Memo. 101	1:1
17	Adresse 110 Selectionnee	0:0
18	Port d'entree - -> Bus de donnees	0:0
19	Bus de donnees - -> Case Memo. 110	0:0
20	Adresse 111 Selectionnee	0:0
21	Adresse 000 Selectionnee	9:9
22	Port d'entree - -> Bus de donnees	9:9

Appui sur le bouton du registre d'instruction

ORDINALAB

Mode:Sequencement Automatique.
Notion de programme.

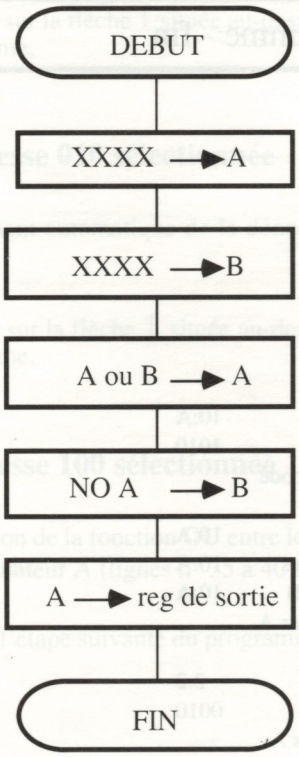
Appui sur ↑ au depart et a l'issue de
chaque realisation de code operatoire.

23	Adresse 000 Selectionnee	9:9
24	- -> realisation du code operatoire	1001
25	- -> Chargement de la donnee post code operatoire dans l'Accumulateur A	
26	Adresse 001 Selectionnee	11:B
27	Case Memo. 001 - -> Bus de donnees	11:B
28	Bus de donnees - -> Accumulateur A	11:B

Vous realisez une fonction egalite sur A

Listing

Listing



Adresse	Code	Description
000 001	1001 xxxx	Chargement de la donnée post code opératoire 1001dans l'accumulateur A
010 011	1010 xxxx	Chargement de la donnée post code opératoire 1010 dans l'accumulateur B
100	0010	Mettre le résultat de l'opération A ou B dans A
101	0001	Appliquer l'opération NO A et le mettre dans A
110	0000	Mettre la valeur de A dans le registre de sortie

Les relations de la table de vérité permettent d'en déduire la liaison entre NOR et la fonction OU donc de tracer l'organigramme :

Adresse	code	
000	1001	
001	xxxx	→ 1011
010	1010	
011	xxxx	→ 1010
100	0010	
101	0001	
110	0000	

Remplir la mémoire en mode séquencement manuel suivant le tableau ci-dessus :
(lignes n° 1 à 19 du listing).

Sélectionner l'adresse mémoire n° 000 en appuyant deux fois sur la flèche située au-dessous de numéro de case active (lignes n° 20 et 21 du listing).

Passer en mode séquencement automatique après avoir affiché au niveau du registre d'entrée 1001 et mis cette valeur dans le registre d'instructions (lignes n° 22 du listing).

1) Adresse 000 sélectionnée

Chargement automatique de la donnée de l'adresse 001 dans l'accumulateur A (lignes n° 23 à 28 du listing).

IV.a

Fonction NOR par programme - fin

IV.a

29	Adresse 010 Selectionnee	10:A
30	- -> realisation du code operatoire	1010
31	- -> Chargement de la donnee post code operatoire dans l'Accumulateur B	
32	Adresse 011 Selectionnee	10:A
33	Case Memo. 011 - -> Bus de donnees	10:A
	Bus de donnees - -> Accumulateur B	10:A
34	Vous realisez une fonction egalite sur A	
35	Adresse 100 Selectionnee	2:2
36	- -> realisation du code operatoire	0010
37	- -> Fonction OU (OR),resultat dans A	
	Case Memo.100 - -> Bus de donnees	2:2
38	Bus de donnees - -> Reg.d'instr.	2:2
	Vous realisez une fonction OU (OR)	
39	Reg. de transf. - -> Bus de donnees	11:B
40	Bus de donnees - -> Accumulateur A	11:B
	Vous realisez une fonction OU (OR)	
41	Adresse 101 Selectionnee	1:1
42	- -> realisation du code operatoire	0001
43	- -> Fonction Non A,resultat dans A	
	Case Memo. 101 - -> Bus de donnees	1:1
44	Bus de donnees - -> Reg.d'instr.	1:1
	Vous realisez une fonction Non A	
45	Reg. de transf. - -> Bus de donnees	4:4
46	Bus de donnees - -> Accumulateur A	4:4
	Vous realisez une fonction Non A	
47	Adresse 110 Selectionnee	0:0
48	- -> realisation du code operatoire	0000
49	- -> Transfert de A dans Port de sortie	
50	Case Memo. 110 - -> Bus de donnees	0:0
51	Bus de donnees - -> Reg.d'instr.	0:0
	Vous realisez une fonction egalite sur A	
52	Reg. de transf. - -> Bus de donnees	4:4
53	Bus de donnees - -> Port de sortie	4:4
54	Adresse 111 Selectionnee	0:0

Listing

Listing

Appuyer sur la flèche ↑ située au-dessus de numéro de case active, afin de passer à la deuxième étape du programme.

2) Adresse 010 sélectionnée

Chargement automatique de la donnée de l'adresse 011 dans l'accumulateur B (lignes n° 29 à 34 du listing).

Appuyer sur la flèche ↑ située au-dessus de numéro de case active, afin de passer à l'étape suivante du programme.

3) Adresse 100 sélectionnée

Réalisation de la fonction OU entre les deux informations A et B. Le résultat de l'opération est mis dans l'accumulateur A (lignes n° 35 à 40 du listing).

Passer à l'étape suivante du programme en appuyant sur la flèche ↑ située au-dessus de numéro de case active.

4) Adresse 101 sélectionnée

Réalisation automatique de la fonction NON A et mémorisation du résultat dans l'accumulateur A. Comme nous l'avons vu précédemment, le résultat qui apparait dans le registre de transfert, correspond à A, car c'est le résultat de la fonction NON appliquée à NON A (lignes n° 41 à 46 du listing).

Appuyer sur la flèche ↑ afin de passer à l'étape suivante.

5) Adresse 110 sélectionnée

Transfert de l'information A dans le port de sortie et fin du déroulement du programme (lignes n° 47 à 54 du listing).

IV.b - Multiplication par trois

Analyse du problème :

Multiplier un nombre par trois revient à additionner trois fois ce nombre. Cet algorithme a déjà été utilisé en séquencement manuel et va donc être repris avec la procédure automatique. En partant de cet algorithme, il est possible de présenter l'organigramme page suivante .

IV.b

Multiplication par 3 par programme

IV.b

ORDINALAB

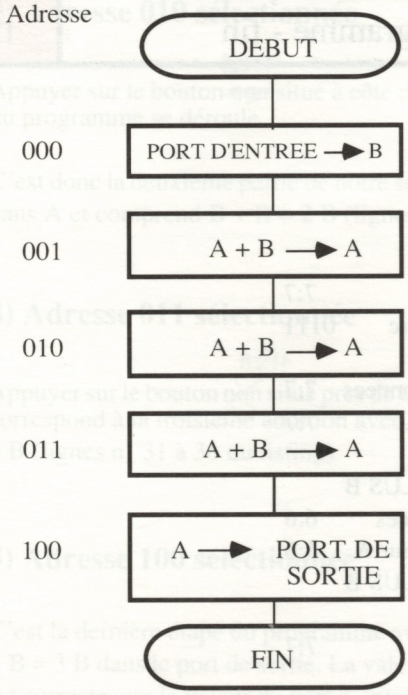
Mode:Sequencement Manuel.

Entrez vos donnees par le port d'entree,
puis faites les circuler.

1	Port d'entree - -> Bus de donnees	12:C
2	Bus de donnees - -> Case Memo. 000	12:C
3	Adresse 001 Selectionnee	0:0
4	Port d'entree - -> Bus de donnees	7:7
5	Bus de donnees - -> Case Memo. 001	7:7
6	Adresse 010 Selectionnee	0:0
7	Bus de donnees - -> Case Memo. 010	7:7
8	Adresse 011 Selectionnee	0:0
9	Bus de donnees - -> Case Memo. 011	7:7
10	Adresse 010 Selectionnee	7:7
11	Adresse 001 Selectionnee	7:7
12	Adresse 000 Selectionnee	12:C
13	Port d'entree - -> Bus de donnees	9:9
	Appui sur le bouton du registre d'instruction	
14	Adresse 000 Selectionnee	12:C
15	- -> realisation du code operatoire	1100
16	- -> Chargement de l'Accumulateur B a partir du Port d'entree	
17	Port d'entree - -> Bus de donnees	3:3
18	Bus de donnees - -> Accumulateur B	3:3
	Vous realisez une fonction egalite sur A	
19	Adresse 001 Selectionnee	7:7
20	- -> realisation du code operatoire	0111
21	- -> A PLUS, resultat dans A	
	Case Memo. 001 - -> Bus de donnees	7:7
22	Bus de donnees - -> Reg.d'instr.	7:7
	Vous realisez une fonction A PLUS B	
23	Reg. de transf. - -> Bus de donnees	3:3
24	Bus de donnees - -> Accumulateur A	3:3
	Vous realisez une fonction A PLUS B	

Listing

Listing



Adresse	Code	Description
000	1100	Information contenue dans le port d'entrée mise dans B
001	0111	Ajouter la valeur de B dans l'accumulateur A qui ne contient rien au début
010	0111	Ajouter B au contenu de A qui est B donc cela revient à B x 2
011	0111	Ajouter B au contenu de A et le remettre dans A donc B x 3
100	0000	Transport du résultat de l'opération contenue dans A, c'est-à-dire B x 3, vers le port de sortie.
		Fin du programme

La première partie du travail consiste à remplir la mémoire en mode séquencement manuel suivant le tableau ci-dessous :

Mémoire

Case N°	Donnée contenue
000	1100
001	0111
010	0111
011	0111
100	0000

Cette opération correspond aux lignes n° 1 à 9 du listing.

Sélectionner l'adresse 000 en appuyant trois fois sur le bouton noir situé au-dessus de numéro de case active, c'est-à-dire à côté de la flèche ↑ (lignes n° 10 à 12 du listing).

Afficher la valeur 1001 au niveau du port d'entrée et mettre cette valeur dans le registre d'instructions, ce qui aura pour fonction de passer en mode de séquencement automatique (lignes n° 13 du listing).

Enregistrer la valeur 0011 au niveau du port d'entrée et appuyer ensuite sur le bouton noir situé à côté de la flèche ↑.

1) Adresse 000 sélectionnée

Cette étape a pour fonction de charger la valeur contenue dans le port d'entrée dans l'accumulateur B (lignes n° 14 à 18 du listing).

2) Adresse 001 sélectionnée

Réalisation de la fonction A + B et résultat de l'opération dans A. Cette étape correspond à l'initialisation des trois additions successives qui vont se dérouler automatiquement et qui est notre algorithme (lignes n° 19 à 24 du listing).

IV.b

Multiplication par 3 par programme - fin

IV.b

```
25  Adresse 010 Selectionnee                7:7
26  - -> realisation du code operatoire     0111
    - -> A PLUS B ,resultat dans A
27  Case Memo. 010 - -> B us de donnees     7:7
28  Bus de donnees - -> Reg.d'instr.        7:7
    Vous realisez une fonction A PLUS B
29  Reg. de transf. - -> Bus de donnees     6:6
30  Bus de donnees - -> Accumulateur A      6:6
    Vous realisez une fonction A PLUS B

31  Adresse 011 Selectionnee                7:7

32  - -> realisation du code operatoire     0111
    - -> A PLUS B ,resultat dans A
33  Case Memo. 011 - -> Bus de donnees      7:7
34  Bus de donnees - -> Reg.d'instr.        7:7
    Vous realisez une fonction A PLUS B
35  Reg. de transf.  - -> Bus de donnees    9:9
36  Bus de donnees - -> Accumulateur A      9:9
    Vous realisez une fonction A PLUS B

37  Adresse 100 Selectionnee                0:0
38  - -> realisation du code operatoire     0000
    - -> Transfert de A dans Port de sortie
39  Case Memo. 100 - -> Bus de donnees      0:0
40  Bus de donnees - -> Reg.d'instr.        0:0
    Vous realisez une fonction egalite sur A
41  Reg. de transf. - -> Bus de donnees     9:9
42  Bus de donnees - -> Port de sortie      9:9

43  Adresse 101 Selectionnee                0:0
```

Listing

Listing

A ERRATA

3) Adresse 010 sélectionnée

Appuyer sur le bouton noir situé à côté de la flèche ↑ de numéro de case active et l'étape correspondante du programme se déroule.

C'est donc la deuxième partie de notre série comprenant trois additions. Le résultat de l'opération est mis dans A et comprend B + B = 2 B (lignes n° 25 à 30 du listing).

4) Adresse 011 sélectionnée

Appuyer sur le bouton noir situé près de la flèche ↑, afin de délencher l'étape correspondante. Cette étape correspond à la troisième addition avec le résultat de l'opération dans A. Nous avons donc B + B + B = 3 B (lignes n° 31 à 36 du listing).

5) Adresse 100 sélectionnée

C'est la dernière étape du programme avec transport de l'information contenue en A, c'est-à-dire B + B + B = 3 B dans le port de sortie. La valeur finale est 1001, c'est-à-dire 9 en décimal. La réponse trouvée est correcte, car la valeur du port d'entrée et qui est restée dedans est 0011, c'est-à-dire 3 en décimal (en effet 3 x 3 = 9 !) (lignes n° 37 à 43 du listing).

Appuyer sur la flèche ↓ pour revenir en mode séquencement manuel.

IV.c) Division a / b

Analyse du problème

La division de a par b revient à retirer un certain nombre de fois le nombre b du nombre a. Dans certaines conditions, le nombre a «fond» complètement et on dit alors que le reste de la division est nul. Lorsque le reste de la division n'est pas nul, il doit cependant respecter la condition suivante, le reste de A doit être inférieur à B.

Vous voyez l'analogie avec la multiplication. Pour la multiplication, l'algorithme retenu était de faire n additions. Pour la division, l'algorithme retenu sera de faire n soustractions. Partant de cet algorithme, il est possible de tracer l'organigramme page suivante :

IV.c

Division de a / b

IV.c

ORDINALAB

Mode:Sequencement Manuel.

Entrez vos donnees par le port d'entree,
puis faites les circuler.

1	Port d'entree - -> Bus de donnees	11:B
2	Bus de donnees - -> Case Memo. 000	11:B
3	Adresse 001 Selectionnee	0:0
4	Port d'entree - -> Bus de donnees	12:C
5	Bus de donnees - -> Case Memo. 001	12:C
6	Adresse 010 Selectionnee	0:0
7	Port d'entree - -> Bus de donnees	8:8
8	Bus de donnees - -> Case Memo. 010	8:8
9	Adresse 011 Selectionnee	0:0
10	Port d'entree - -> Bus de donnees	14:E
11	Bus de donnees - -> Case Memo. 011	14:E
12	Adresse 100 Selectionnee	0:0
13	Port d'entree - -> Bus de donnees	15:F
14	Bus de donnees - -> Case Memo. 100	15:F
15	Adresse 101 Selectionnee	0:0
16	Port d'entree - -> Bus de donnees	2:2
17	Bus de donnees - -> Case Memo. 101	2:2
18	Adresse 110 Selectionnee	0:0
19	Port d'entree - -> Bus de donnees	0:0
20	Bus de donnees - -> Case Memo. 110	0:0
21	Adresse 111 Selectionnee	0:0
22	Adresse 000 Selectionnee	11:B
23	Port d'entree - -> Bus de donnees	9:9

Appui sur le bouton du registre d'instruction

ORDINALAB

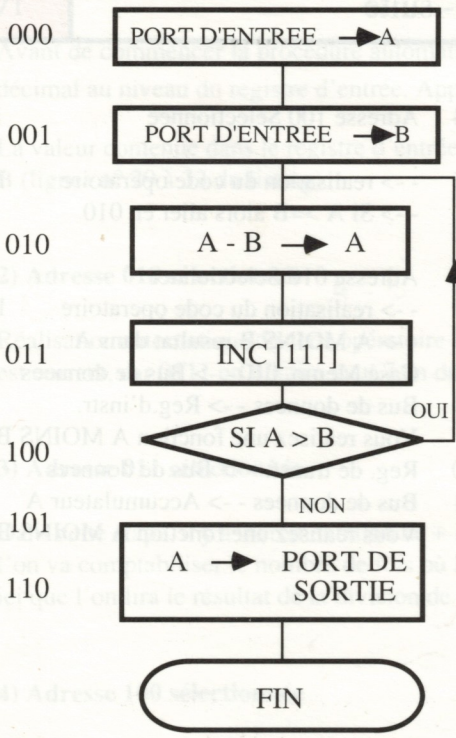
Mode:Sequencement Automatique.
Notion de programme.

Appui sur ↑ au depart et a l'issue de
chaque realisation de code operatoire.

24	Adresse 000 Selectionnee	11:B
25	- -> realisation du code operatoire	1011
	- -> Chargement de l'Accumulateur A	
26	a partir du Port d'entree	
27	Port d'entree - -> Bus de donnees	10:A
	Bus de donnees - -> Accumulateur A	10:A
28	Vous realisez une fonction egalite sur A	

Listing

Listing



Quant au résultat de la division, il faut le lire à l'adresse 111, ce n'est rien d'autre que l'incrémentation.

La première partie du travail consiste à remplir la mémoire comme l'indique le tableau ci-dessous :

Case N	Donnée contenue
000	1011
001	1100
010	1000
011	1110
100	1111
101	0010
110	0000

(lignes n° 1 à 20 du listing).

Sélectionner l'adresse mémoire n° 000 en appuyant deux fois sur le bouton noir situé au-dessous de numéro de case active ↓ (lignes n° 21 à 22 du listing).

Passer en mode séquencement automatique après avoir affiché au niveau du registre d'entrée, l'information 1001 et mis cette valeur dans le registre d'instructions (lignes n° 23 du listing).

L'Ordinalab se met en séquencement automatique et l'adresse 000 est sélectionnée. Avant d'appuyer sur la flèche ↑ afin de commencer la procédure automatique, il est nécessaire d'enregistrer une valeur au niveau du port d'entrée. Choisir la valeur 1010, c'est-à-dire 10 en décimal.

Appuyer ensuite sur le bouton noir situé à côté de la flèche ↑. Réalisation du code opératoire 1011, c'est-à-dire chargement de l'accumulateur A (lignes n° 24 à 28 du listing).

IV.c	Division de a / b - suite	IV.c

29	Adresse 001 Selectionnee	12:C
30	- -> realisation du code operatoire	1100
31	- -> Chargement de l'Accumulateur B a partir du Port d'entree	
32	Port d'entree - -> Bus de donnees	3:3
33	Bus de donnees - -> Accumulateur B	3:3
	Vous realisez une fonction egalite sur A	
34	Adresse 010 Selectionnee	8:8
35	- -> realisation du code operatoire	1000
	- -> A MOINS B,resultat dans A	
36	Case Memo. 010 - -> Bus de donnees	8:8
37	Bus de donnees - - > Reg.d'instr.	8:8
	Vous realisez une fonction A MOINS B	
38	Reg. de transf. - -> Bus de donnees	7:7
39	Bus de donnees - -> Accumulateur A	7:7
	Vous realisez une fonction A MOINS B	
40	Adresse 011 Selectionnee	14:E
41	- -> realisation du code operatoire	1110
42	- -> Incrementation de la case memoire	111
43	Adresse 100 Selectionnee	15:F
44	- -> realisation du code operatoire	1111
	- -> si A>= B alors aller en 010	
45	Adresse 010 Selectionnee	8:8
46	- -> realisation du code operatoire	1000
	- -> A MOINS B,resultat dans A	
47	Case Memo. 010 - -> Bus de donnees	8:8
48	Bus de donnees - -> Reg.d'instr.	8:8
	Vous realisez une fonction A MOINS B	
49	Reg. de transf. - -> Bus de donnees	4:4
50	Bus de donnees - -> Accumulateur A	4:4
	Vous realisez une fonction A MOINS B	
51	Adresse 011 Selectionnee	14:E
52	- -> realisation du code operatoire	1110
53	- -> Incrémentation de la case memoire	111
54	Adresse 100 Selectionnee	15:F
55	- -> realisation du code operatoire	1111
	- -> Si A >=B alors aller en 010	
56	Adresse 010 Selectionnee	8:8
57	- -> realisation du code operatoire	1000
	- -> A MOINS B,resultat dans A	
58	Case Memo. 010 - -> Bus de donnees	8:8
59	Bus de donnees - -> Reg.d'instr.	8:8
	Vous realisez une fonction A MOINS B	
60	Reg. de transf. - -> Bus de donnees	1:1
61	Bus de donnees - -> Accumulateur A	1:1
	Vous realisez une fonction A MOINS B	

Listing		Listing

1) Adresse 001 sélectionnée

Avant de commencer la procédure automatique, enregistrer la valeur 0011 en binaire, c'est-à-dire 3 en décimal au niveau du registre d'entrée. Appuyer ensuite sur le bouton noir situé à côté de la flèche ↑.

La valeur contenue dans le registre d'entrée est donc transportée automatiquement dans l'accumulateur B (lignes n° 29 à 33 du listing).

2) Adresse 010 sélectionnée

Réalisation automatique du code opératoire 1000, c'est-à-dire A - B et le résultat est mis dans A. Le résultat est correct, car 0111 en binaire vaut 7 en décimal = (10 - 3) (lignes n° 34 à 39 du listing).

3) Adresse 011 sélectionnée

Dans cette étape, il y a incrémentation de + 1 dans le numéro de case 011. C'est en effet à cet endroit que l'on va comptabiliser le nombre de fois où l'on aura pu soustraire la valeur B du nombre A. C'est donc ici que l'on lira le résultat de la division de A par B (lignes n° 40 à 42 du listing).

4) Adresse 100 sélectionnée

Réalisation du code opératoire 1111, c'est-à-dire faire prendre au programme une direction en fonction du résultat d'un test. Si A est supérieur à B, le programme va revenir en l'adresse 010, afin de refaire la soustraction de B sur A. Par contre, si A est inférieur à B, alors il n'est plus possible de soustraire encore B de A et notre opération est terminée, car on se retrouve bien dans la situation où le reste est inférieur à B (lignes n° 43 à 44 du listing).

5) Adresse 010 sélectionnée

Réalisation automatique de A - B, c'est-à-dire 7 - 3 = 4 en décimal. Ce résultat 0100 en binaire est stockée en A (lignes n° 45 à 50 du listing).

6) Adresse 011 sélectionnée

Incrémentation de + 1 dans la case mémoire n° 111 (lignes n° 51 à 53 du listing).

7) Adresse 100 sélectionnée

Puisque le résultat des opérations de soustraction est 4, c'est-à-dire supérieur à 3, le programme reprend donc automatiquement la direction de l'adresse 010, afin de faire subir à la valeur 4 en décimale une nouvelle «érosion» ! (lignes n° 54 et 55 du listing).

7) Adresse 010 sélectionnée

Réalisation automatique d'une nouvelle soustraction, c'est-à-dire en décimal (4 - 3) = 1 (lignes n° 56 à 61 du listing).

IV.c

Division de a / b - fin

IV.c

```
62  Adresse 011 Selectionnee                14:E

63  - -> realisation du code operatoire     1110
64  - -> Incrementation de la case memoire  111

65  Adresse 100 Selectionnee                15:F
66  - -> realisation du code operatoire     1111
    - -> Si A >=B alors aller en 010

67  Adresse 110 Selectionnee                0:0
68  - -> realisation du code operatoire     0000
    - -> Transfert de A dans Port de sortie
69  Case Memo. 110 - -> Bus de donnees      0:0
70  Bus de donnees - -> Reg.d'instr.        0:0
    Vous realisez une fonction egalite sur A
71  Reg. de transf. - -> Bus de donnees     1:1
72  Bus de donnees - -> Port de sortie      1:1

73  Adresse 111 Selectionnee                3:3
```

Listing

Listing

8) Adresse 011 sélectionnée

Incrémentation de + 1 dans la case mémoire en binaire 0011, c'est-à-dire 3 en décimal (lignes n° 62 à 64 du listing).

9) Adresse 100 sélectionnée

C'est l'étape du code et nous voyons que cette fois, A n'est pas supérieur à B, donc le programme ne retourne pas à l'adresse 010, mais sélectionne l'adresse 110 (lignes n° 65 et 66 du listing).

Pourquoi de l'adresse 100 il sélectionne l'adresse 110 à la place de l'adresse suivante qui est 101 ?

10) Adresse 110 sélectionnée

Puisque la valeur de A est inférieure à la valeur de B, cette partie du programme a pour effet de transporter la valeur de A ou reste dans le port de sortie (lignes n° 67 à 72 du listing).

11) Adresse 111 sélectionnée (ligne n° 73 du listing)

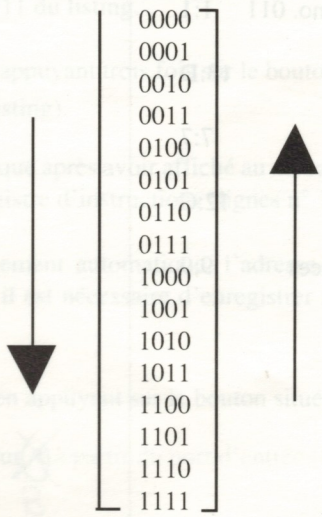
C'est à cette adresse 111 que l'on trouve le résultat attendu, c'est-à-dire 0011 en binaire qui vaut 3 en décimal. Notre résultat est correct, car 10 divisé par 3 = 3 et le reste est 1.

Pour sortir du mode programme, appuyer sur le bouton noir situé à côté de la flèche ↓ au-dessous de numéro de case active.

IV.d - Vérification du code binaire naturel de nombre croissant

Le but de ce programme est de reconstituer dans l'accumulateur A, le tableau des nombres à partir de 0 jusqu'à 15 en binaire.

Le contenu de A devra donc être :



(programme infini)

IV.d

Vérification du code binaire naturel de nombre croissant

IV.d

ORDINALAB

Mode:Sequencement Manuel.

Entrez vos donnees par le port d'entree,
puis faites les circuler.

1	Port d'entree - -> Bus de donnees	12:C
2	Bus de donnees - -> Case Memo. 000	12:C
3	Adresse 001 Selectionnee	0:0
4	Port d'entree - -> Bus de donnees	7:7
5	Bus de donnees - -> Case Memo. 001	7:7
6	Adresse 010 Selectionnee	0:0
7	Port d'entree - -> Bus de donnees	13:D
8	Bus de donnees - -> Case Memo. 010	8:8
9	Adresse 011 Selectionnee	0:0
10	Port d'entree - -> Bus de donnees	1:1
11	Bus de donnees - -> Case Memo. 011	1:1
12	Adresse 010 Selectionnee	13:D
13	Adresse 001 Selectionnee	7:7
14	Adresse 000 Selectionnee	12:C
15	Port d'entree - -> Bus de donnees	9:9

Listing

ORDINALAB

Mode:Sequencement Automatique.
Notion de programme.

Appui sur ↑ au depart et a l'issue de
chaque realisation de code operatoire.

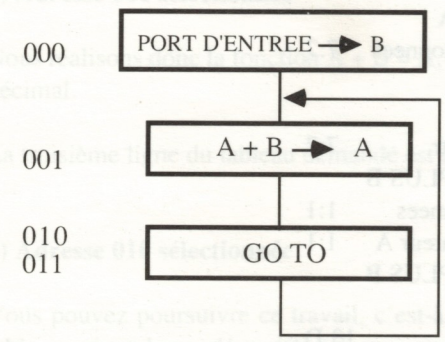
16	Adresse 000 Selectionnee	12:C
17	- -> realisation du code operatoire	1100
18	- -> Chargement de l'Accumulateur B a partir du Port d'entree	
19	Port d'entree - -> Bus de donnees	1:1
20	Bus de donnees - -> Accumulateur B	1:1

Listing

Etude du problème :

Partant d'une valeur qui se trouvera dans le registre d'entrée, il suffira d'ajouter régulièrement cette valeur (0001) dans l'accumulateur A. Il faudra donc un GOTO sans condition cette fois et le programme pourra tourner indéfiniment. Pour notre part, et afin de répondre à la question, il suffira de l'arrêter lorsque la valeur 1111 sera atteinte, car l'Ordinalab ne peut pas présenter une valeur supérieure à ce seuil.

Après avoir proposé l'algorithme, nous sommes en mesure de dessiner l'organigramme.



Adresses	Contenu	Description
000	1100	La valeur du port d'entrée est transportée en B
001	0111	B est ajouté au contenu de A. Cela revient à faire A + B
010	1101	GOTO permettant de refaire
011	0001	l'opération précédente sans condition

La première partie du travail consiste à remplir la mémoire de l'Ordinalab en mode séquencement manuel comme l'indique le tableau ci-dessous :

Case N°	Donnée contenue
000	1100
001	0111
010	1101
011	0001

Ce travail correspond aux lignes n° 1 à 11 du listing.

Sélectionner l'adresse mémoire 000 en appuyant trois fois sur le bouton noir situé au-dessus de numéro de case active ↑ (lignes n° 12 à 14 du listing).

Passer en mode séquencement automatique après avoir affiché au niveau du registre d'entrée, l'information 1001 et mis cette valeur dans le registre d'instructions (lignes n° 15 du listing).

L'Ordinalab se met en mode séquencement automatique, l'adresse 000 est sélectionnée. Avant de commencer la procédure automatique, il est nécessaire d'enregistrer au niveau du registre d'entrée la valeur 0001.

Commencer la procédure automatique en appuyant sur le bouton situé à côté de la flèche ↑.

Il y a donc chargement de l'accumulateur ~~A~~ B à partir du port d'entrée (lignes n° 16 à 20 du listing).

ERRATA

1) Adresse 001 sélectionnée

Cette étape correspond à l'addition de A + B dans A. Le contenu de B est donc ajouté au contenu de A qui était 0000 initialement et devient 0001.

IV.d

Vérification du code binaire naturel de nombre croissant - fin

IV.d

```
                Vous realisez une fonction egalite sur A

21   Adresse 001 Selectionnee                    7:7

22   - -> realisation du code operatoire         0111
     - -> A PLUS B ,resultat dans A
23   Case Memo. 001 - -> Bus de donnees          7:7


24   Bus de donnees - -> Reg.d'instr.            7:7
                Vous realisez une fonction A PLUS B
25   Reg. de transf. - -> Bus de donnees         1:1
26   Bus de donnees - -> Accumulateur A          1:1
                Vous realisez une fonction A PLUS B

27   Adresse 010 Selectionnee                    13:D
28   - -> realisation du code operatoire         1101
     - -> Aller a l'adresse 001

29   Adresse 001 Selectionnee                    7:7

30   - -> realisation du code operatoire         0111
     - -> A PLUS B ,resultat dans A
31   Case Memo. 001 - -> Bus de donnees          7:7
32   Bus de donnees - -> Reg.d'instr.            7:7
                Vous realisez une fonction A PLUS B
33   Reg. de transf. - -> Bus de donnees         2:2
34   Bus de donnees - -> Accumulateur A          2:2
                Vous realisez une fonction A PLUS B
```

Listing

Listing

Nous venons de remplir les deux premières lignes du tableau qui est demandé initialement (lignes n° 21 à 26 du listing).

2) Adresse 010 sélectionnée

C'est le GOTO, c'est-à-dire que l'on revient à l'étape précédente, afin de recommencer l'addition de B dans A (lignes n° 27 et 28 du listing).

3) Adresse 001 sélectionnée

Nous réalisons donc la fonction A + B = A, c'est-à-dire 0001 + 0001 = 0010 en binaire, soit 1 + 1 = 2 en décimal.

La troisième ligne du tableau demandé est réalisée (lignes n° 29 à 34 du listing).

4) Adresse 010 sélectionnée

Vous pouvez poursuivre ce travail, c'est-à-dire de dérouler le programme jusqu'à la 15ème ligne du tableau qui est demandé au début du paragraphe. L'algorithme étant très simple, il ne parait pas nécessaire de détailler chaque étape dans le cours.

L'expérience que vous avez acquise avec l'Ordinalab vous permettra de terminer sans difficulté cet exercice.

1000
1001 | ou
1001

Annexe 1

Fonctions réalisables avec l'Ordinalab

Fonctions Arithmétiques & Logiques pour l'étude de l'U.A.L. : Résultats en sortie d'U.A.L. (séquencement manuel)	Code	Fonctions liées au séquencement automatique
A	0000	Transfert de A dans Reg. sortie
NO A	0001	Résultat dans A
OR	0010	Résultat dans A
AND	0011	Résultat dans A
NAND	0100	Résultat dans A
XOR (OU exclusif)	0101	Résultat dans A
A PLUS A	0110	Résultat dans A
A PLUS B	0111	Résultat dans A
A MINUS B	1000	Résultat dans A
Accès au mode programme →	1001	Chargement de la donnée post code opératoire dans A
	1010	Chargement de la donnée post code opératoire dans B
	1011	Chargement de l'accumulateur A à partir du port d'entrée
	1100	Chargement de l'accumulateur B à partir du port d'entrée
	1101	Goto XXX
	1110	Incrémentation de la case mémoire 111
	1111	Si A > B alors goto XXX Sinon instruction suivante

Annexe 2

Glossaire

Algorithme
A l'origine : Règles pour le calcul. Signification générale actuelle : Règles servant à résoudre des tâches, y compris non mathématiques, à l'aide de l'ordinateur.

Banque de données
Ensemble de fichiers mémorisés dans une installation de traitement des données qui, contrairement aux systèmes fichiers habituels (sur papier), est doté d'une méthode de recherche très performante permettant la consultation de certaines informations.

Binaire
Du latin : bini = deux. Une représentation binaire ne comprend que deux grandeurs distinctes, par exemple 0 et 1, et par voie de conséquence courant/pas de courant ou tension/pas de tension.

Bus
Dans les systèmes d'ordinateurs, ensemble de conducteurs servant à la circulation des données.

CAO/FAO
Conception assistée par ordinateur/fabrication assistée par ordinateur (en anglais CAD/CAM = Computer Aided Design et Computer Aided Manufacturing).

Circuit intégré
Abréviation couramment utilisée CI ou IC (de l'anglais Integrated Circuit). Composant électronique se présentant sous la forme d'une puce sur laquelle est intégré un grand nombre d'éléments de circuit microscopiques (principalement des transistors).

Circuit intégré à grande échelle (LSI)
LSI = Large Scale Integration. Terme réservé aux circuits de complexité supérieure à 100 portes.

Circuit intégré à très grande échelle (VLSI)
VLSI = Very Large Scale Integration.
Par exemple plus de 50.000 transistors par puce.

Circuits logiques
Circuits réalisés avec un nombre d'opérateurs logiques. Réalisation des fonctions recherchées (totalisateurs, compteurs, mémoires, etc.) par la combinaison et la conjugaison de quelques circuits fondamentaux.

Circuit numérique
Dans les circuits numériques, les valeurs ne sont plus exprimées en continu (donc représentables par exemple sur une échelle) mais en paliers par une suite d'impulsions caractérisée par une valeur numérique. Le système numérique utilisé est le système binaire.

Cristal de silicium
Silicium extra-pur dans lequel l'agencement des atomes a été porté à une régularité parfaite grâce à un procédé spécial (monocristallin). Seul le silicium monocristallin extrapur convient pour les circuits microélectronique.

Diode DEL

(en anglais LED)
Diode électroluminescente.
Diode s'allumant lorsqu'une tension lui est appliquée.

Informatique

Théorie des moyens de représentation, de transmission et de traitement des informations. Plus spécialement : Traitement des données avec des ordinateurs.

Interface

Point de transfert donné entre deux appareils ou unités fonctionnelles différents. La définition univoque d'une interface pour les circuits et appareils électroniques a à peu près la même signification que la normalisation des assemblages filetés, c'est la garantie que la vis et l'écrou vont ensemble.

Langage-machine

Programme traduit en 0 et en 1 pouvant être traité directement par l'ordinateur.

Langage de programmation

Langage spécial avec des expressions et des règles bien définies servant à l'élaboration des programmes-machine. Les langages de programmation courants sont par exemple le BASIC, le FORTRAN, le COBOL, l'APL.

Logiciel

(En anglais Software)
Terme générique pour les programmes employés en liaison avec les ordinateurs (programmes d'exploitation et d'utilisation). Un programme se compose d'une série de mots d'instruction qui commandent le processeur.

Matériel

(En anglais Hardware)
Partie matérielle d'un appareil ou d'un circuit électronique, comme par exemple boîtier, transistors, fils et puces ; en opposition avec les parties immatérielles telles que les programmes de commande (logiciel).

Mémoire EPROM

Erasable PROM = PROM effaçable.
Mémoire morte programmable électriquement dont l'effacement est réalisé au moyen de la lumière UV.

Mémoire PROM

Mémoire morte programmable.

Mémoire RAM

(En anglais RAM = Random-access Memory)
Mémoire vive, dont le contenu peut être modifié en usage normal, et dont tous les groupes de cellules binaires peuvent être adressés directement.

Mémoire ROM

(En anglais ROM = Read-only Memory)
Mémoire morte, c'est-à-dire dont le contenu ne peut être modifié en usage normal.

Microprocesseur/micro-ordinateur

Ordinateur plus ou moins petit : la frontière entre les deux étant variable. Aujourd'hui, on entend généralement par micro-ordinateur un ordinateur qui utilise un microprocesseur comme organe central de commande et de calcul. Les micro-ordinateurs à haute performance sont principalement employés pour la commande des processus.

Microprocesseur

Organe central dans un circuit de micro-ordinateur assurant les fonctions de commande et de calcul. Il correspond à l'unité centrale des ordinateurs de grande puissance.

Numérique

(En anglais Digital provenant du latin digitus = doigt)
Se comprenant dans le sens de «représenté par des valeurs graduées (nombres)», les valeurs intermédiaires (entre les différents palliers) n'étant pas possibles.

Opérateur logique

L'état de sortie est subordonné d'une certaine manière à un double état d'entrée (0/1). Exemple : lorsque l'entrée a ET l'entrée b ET l'entrée y sont égales à 1, la sortie est égale à 1 (porte ET à trois entrées).

Optocoupleur

Convertisseur (ou éléments de liaison) entre des signaux optiques et électriques. Les diodes électroluminescentes et les phototransistors sont des composants des optocoupleurs.

Programme

Succession d'instructions servant à résoudre une tâche avec l'ordinateur. Il existe plusieurs niveaux de programme. L'ordinateur ne comprend que «0» et «1» (programmes-machine) ; l'homme établit tout d'abord une liste d'instructions (programme source) avec le vocabulaire usuel dans un langage de programmation donné.

Programme utilisateur

(progiciel)
Liste d'instructions transcrite dans un langage de programmation pour résoudre une tâche spécifique.

Puce

(En anglais Chip)
Plaquette rectangulaire découpée dans le cristal de silicium (taille courante de 10 à 40 mm^2 sur laquelle est intégré le circuit. La puce encapsulée et connectée avec les sorties du boîtier représente le composant intégré.

Semiconducteur

Groupe de matériaux (par exemple silicium et germanium) qui ne sont pas conducteurs électriquement à l'état pur mais qui deviennent conducteurs par apport d'une faible quantité d'un dopant. Les semiconducteurs sont la base d'un grand nombre de composants électroniques, par exemple les transistors et les circuits intégrés.

Silicium

Elément semiconducteur se trouvant dans le quatrième groupe de la classification périodique des éléments.

Système binaire

Système numérique à base 2. Ne comportant que deux chiffres : 0 et 1.
Pour comparaison : le système décimal courant est à base 10 et emploie les dix chiffres de 0 à 9.

Système d'exploitation

Programme spécialement établi pour un ordinateur donné et son mode de fonctionnement interne (matériel), qui établit entre autres la liaison entre le progiciel et le langage-machine.

Terminal

Appareil terminal servant à l'entrée et à la sortie des informations dans un système informatique, par exemple un écran avec clavier.

Unité centrale

(En anglais CPU = Central Processing Unit)
Unité centrale de traitement d'un ordinateur comprenant l'organe de commande et de calcul. L'unité centrale d'un micro-ordinateur est en général un microprocesseur.

© Copyright Cefost 1988

4897 D
3 CS 68151 007

FORMATION CONTINUE

CEFOST	ECF/CEGAD	CEFODI / CIFRA	CEBEFOR	CIFOR
EDUCATEL 3000 X Centre de tri n° 1 76025 ROUEN CEDEX	EDUCATEL 3000 X Centre de tri n° 2 76025 ROUEN CEDEX	EDUCATEL 3000 X Centre de tri n° 3 76025 ROUEN CEDEX	EDUCATEL CEBEFOR Centre de tri 49, rue des Augustins 4000 LIEGE BELGIQUE	EDUCATEL CIFOR Centre de tri 47, rue des Augustins 4000 LIEGE BELGIQUE

Educatel

G.I.E. Unieco Formation
Groupement d'Ecoles spécialisées
Etablissement privé d'enseignement
par correspondance soumis au contrôle
pédagogique de l'Etat.